K. H Rossow

Berlijn 1982

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548108_0007

DIE LAUTENTWICKLUNG BEIM SÄBELSCHNÄBLER (RECURVIROSTRA AVOSETTA) UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER ELTER-KIND-BEZIEHUNG

EINE UNTERSUCHUNG DER PRAE- UND POSTNATALEN PRÄGUNG DURCH EINEN VERGLEICH NATÜRLICHER BRUTEN UND KÜNSTLICHER AUFZUCHTEN

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung eines Grades des

Doktors der Naturwissenschaften
am
Fachbereich 23 (Biologie)
der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl-Heinz ROSSOW

Berlin 1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Referent: Dr. Arnim Haße / Prof. Dr. Ekkehard Wachmann

Koreferent: Prof. Dr. Burkhard Schricker

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.1982
14.12.1982

Für die Betreuung dieser Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. Burkhard SCHRICKER (Freie Universität) und besonders Herrn Dr. Arnim HASSE (Umweltbundesamt). Ebenfalls Dank gebührt dem Verein Jordsand zum Schutze der Seevögel e.V. Die Untersuchungen wurden in einem von ihm betreuten Naturschutzgebiet durchgeführt.
Für die aufopfernde Hilfe bei der Betreuung der Küken der künstlichen Aufzuchten danke ich besonders meiner Frau Lucie.

I N H A L T

		p
1	Einleitung	
1.1	Entwicklung der Frage- und Problemstellung	1
1.2	Untersuchungsgebiet	3
1.3	Versuchstiere	4
1.4	Material und Methode	1o
2	Art und Mechanismen der Elter-Kind-Beziehung	
2.1	Praenataler Zeitraum	12
2.1.1	Der Einfluß akustischer Reize auf die Versuchstiere	13
2.1.1.1	Der Einfluß auf die Küken	13
2.1.1.2	Der Einfluß auf die Eltern	17
2.1.2	Der Einfluß mechanischer Reize auf die Versuchsküken	19
2.1.3	Zusammenfassung der Ergebnisse des praenatalen Zeitraumes	21
2.2	Postnataler Zeitraum	23
2.2.1	Wahlversuche	24
2.2.1.1	Methode	24
2.2.1.2	Ergebnisse bei Freilandbruten	27
2.2.1.2.1	Komplex Akustik	27
2.2.1.2.2	Komplex Optik	28
2.2.1.3	Ergebnisse bei künstlichen Aufzuchten	28
2.2.1.3.1	Komplex Akustik	28
2.2.1.3.2	Komplex Optik	29
2.2.1.4	Diskussion und Bewertung	32
2.2.2	Rückspielversuche	35
2.2.2.1	Methode	35
2.2.2.2	Ergebnisse	35
2.2.2.2.1	Reaktionen der Küken	35
2.2.2.2.2	Reaktionen der adulten Säbelschnäbler	37
2.2.2.2.3	Verhalten von Eltern und Küken nach Versuchsende	38
2.2.2.3	Diskussion und Bewertung	39
2.2.3	Austauschversuche	41
2.2.3.1	Methode	41
2.2.3.2	Ergebnisse	41
2.2.3.2.1	Reaktionen der eingetauschten Küken	41
2.2.3.2.2	Reaktionen der Eltern	42
2.2.3.3	Diskussion und Bewertung	43
3	Lautentwicklung der Küken	
3.1	Methode	45
3.2	Ergebnisse	48
3.2.1	Frequenzanalytischer Teil	48
3.2.1.1	Frequenzmaxima der Lautäußerungen	48
3.2.1.2	Frequenzgrenzen der Lautäußerungen	57
3.2.1.2.1	Definitionen	57
3.2.1.2.2	Unterste Frequenzgrenze	58
3.2.1.2.3	Frequenzspannen	58
3.2.1.3	Zusammenfassung des frequenzanalytischen Teiles	73

3.2.2 Oszillogramme 75
3.2.2.1 Rufdauer 75
3.2.2.2 Rufaufbau 81
3.2.2.3 Zusammenfassung der Oszillogramm-Auswertung 85

4 Diskussion 87

5 Zusammenfassung 96

6 Literatur 99

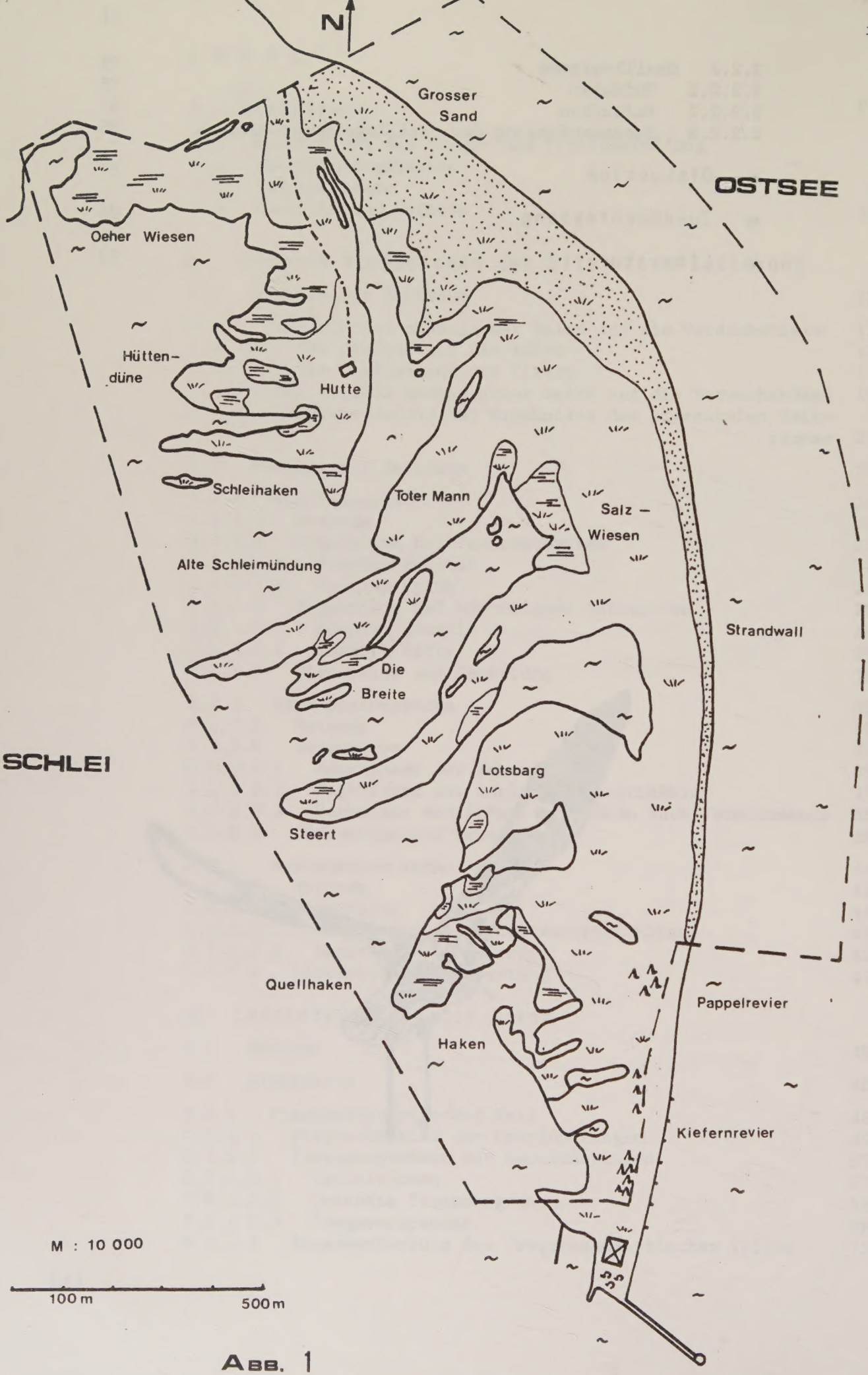


Abb. 1

NSG OEHE-SCHLEIMÜNDE [54°41'N, 09°58'E]

1 EINLEITUNG

1.1 Entwicklung der Frage- und Problemstellung

Während mehrerer Aufenthalte in dem Naturschutzgebiet "Seevogelfreistätte Oehe-Schleimünde" (Bundesrepublik Deutschland, unter 54°41' N und o9°58' E, Abb.1; im folgendem NSG) wurden unter anderem Verhaltensbeobachtungen an den dort brütenden Säbelschnäblern *(Recurvirostra avosetta)* durchgeführt. Es stellten sich Fragen zu der Elter-Kind-Beziehung, die auch durch weiterführende Literaturstudien nicht zufriedenstellend geklärt werden konnten. Diese Beziehung - und damit auch die Frage einer möglichen Prägung der Küken - ist bei einigen wenigen Seevogelarten eingehend untersucht, Angaben zu der der Säbelschnäbler fehlen hingegen. Hinweise, die sich in einem schon 1936 aufgestellten Ethogramm befinden, deuten darauf hin, daß auch bei dieser Vogelart ein persönliches Kennen der eigenen Küken durch die Eltern vorliegt (MAKKING 1936). Es werden hier Aufzuchtsreviere beschrieben, die sowohl intra- als auch interspezifisch lebhaft verteidigt werden. Dieser Quelle zufolge werden auch fremde arteigene Küken nicht in diesen Revieren geduldet. Hieraus ist abzuleiten, daß die Säbelschnäbler-Eltern ihre eigenen Küken persönlich erkennen und von fremden arteigenen Küken zu unterscheiden wissen. Adoptionen, wie sie bei anderen Seevogelarten auftreten können, werden nicht beschrieben (Sand- und Seeregenpfeifer *(Charadrius hiaticula, Ch. alexandrinus)*, RITTINGHAUS 1953; Silbermöwe *(Larus argentatus)*, GOETHE 1937; Mittelsäger *(Mergus serrator)*, eigene Beobachtungen und Versuche 1977 - 198o, unveröffentlicht). "Kindergärten", die sich ebenfalls bei einigen Vogelarten bilden, wurden weder beschrieben noch beobachtet. Sie sind z.B. bei Brandgänsen *(Tadorna tadorna)*, (GLUTZ et al. 1977, eigene Beobachtungen 1977-198o) und bei Kaiserpinguinen *(Aptenodytes forsteri)* (DORST 1972) bekannt. Bei den Kaiserpinguinen liegt trotz der Kinderkrippe ein persönliches Erkennen der Küken durch die Eltern vor.

Viele Vogelarten sind in der Lage, ihre eigene Brut an den Lautäußerungen - also akustischen Parametern folgend - zu erkennen; ebenso können Küken ihre Eltern an der Stimme von anderen erwachsenen Artgenossen unterscheiden (Küsten-, Flußseeschwalbe *(Sterna paradisaea, St. hirundo)*, BUSSE 1975; Brandseeschwalbe *(St. sandvicensis)*, STEVENSON et al. 197o, HUTCHISON et al. 1968; Eilseeschwalbe *(Thalasseus bergii)*, DAVIES und CARRICK 1962; Königsseeschwalbe *(Th.maximus)*, BUCKLEY und BUCKLEY 1972; Azteken-Möwe *(Larus atricilla)*, BEER 1969 und 197oa; Delawaren-Möwe *(L.bulleri)*, EVANS 197o; Trottellummen *(Uria aalge)*, TSCHANZ 1964 und 1969, WEHRLIN 1977; Tordalk *(Alca torda)*, INGOLD 1973; Adelie-Pinguin *(Pygoscelis adeliae)*, PENNEY 1962, THOMPSON und EMLEN 1968; Graugans *(Anser anser)*, LORENZ 1935).
Die Prägung auf die Stimme der Eltern erfolgt dabei zu unterschiedlichen Zeitpunkten. So lernen Trottellummen ihre Eltern schon im Ei, also vor dem ersten Sichtkontakt, an der Stimme erkennen (TSCHANZ 1969), Möwen und Graugänse hingegen erst in den ersten Lebensstunden bis ersten Lebenstagen (Lit.s.o.). Von Bläßrallen *(Fulica atra)* ist bekannt, daß die Altvögel in den ersten 13 Lebenstagen ihrer eigenen Brut weitere - fremde arteigene - Küken gleichen Alters adoptieren, ab dem 14. Lebenstag der Eigenbrut diese aber persönlich erkennen und keine Adoptionen mehr vornehmen (ALLEY und BOYD 195o).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde der Versuch unternommen, den Zeitraum, in dem die Prägung bei den Säbelschnäbler-Küken erfolgt , zu ermitteln. Die Bedeutung akustischer und/oder optischer Parameter auf das Prägungsgeschehen fand besondere Berücksichtigung. Darüber hinaus sollte versucht werden, daß Erkennen der eigenen Brut durch die Eltern zu dokumentieren. Hierzu wurden die Lautäußerungen der Küken frequenzanalytisch und durch Oszillogramme untersucht , um anhand eventueller Unterschiede darzulegen, inwieweit ein Altvogel in der Lage sein kann, seine eigenen Küken durch akustische Parameter von fremden arteigenen Küken zu unterscheiden.

1.2 Untersuchungsgebiet

Der experimentelle Teil der vorliegenden Untersuchungen wurde in dem Naturschutzgebiet "Seevogelfreistätte Oehe-Schleimünde" durchgeführt (Abb.1). Die sich in dem nördlichen Teil des NSG befindliche Vogelwärterstation (Abb. 1, Hütte) war in den Beobachtungszeiträumen (Tab. 1) tag und nacht besetzt.

Das NSG hat eine Größe von ca. 25o ha (einschließlich der schleiseitigen Wasserflächen)und wurde schon 1927 unter Naturschutz gestellt (FRANZEN 1974; KRANZ et al. 1975; ERZ 1979). Seit 1922 wird es von dem Verein Jordsand zum Schutze der Seevögel e.V.(Hamburg) ehrenamtlich betreut. Die Halbinsel zeigt einen "steppen"-artigen Charakter. Der nördliche Teil wird durch die Relikte eines ehemaligen Moores auf der Schleiseite und durch weiträumige, vegetationsarme Strandflächen auf der Ostseeseite geprägt (Abb.1 , Oeher Wiesen und Großer Sand). Diese Strandfläche zieht sich als schmaler Streifen an der gesamten Küste des NSG's entlang bis hin zu dem Pappelgehölz, das die südliche Grenze auf der Ostseeseite ausmacht. Landeinwärts schließt sich diesem Streifen ein Gebiet an, das von der Vegetation her an eine Steppe erinnert und in mehrere schleiseitige Landzungen ausläuft (Salzwiesen, Großer Strandwall, Pappelrevier, Kiefernrevier, Hüttendüne, Schleihaken, Toter Mann, Steert, Lotsbarg, Quellhaken und Haken). Die Landzungen werden durch aus Rotschwingel *(Festuca rubra)*, Strandwegerich *(Plantago maritima)* und Strandastern *(Aster tripolium)* bestehende Wiesenflächen bestimmt und gehen an den Abbruchkanten in ein weiträumiges Wattgebiet über. Dieses Watt ist gezeitenunabhängig, der Wasserstand wird durch die jeweils vorherrschende Windrichtung bestimmt (Windwatt).

Der größte Teil des NSG ist frei von höherem und dichtem Bewuchs, nur im südlichen Teil befindet sich ein lichtes Pappelgehölz, dem sich ein kleines Kieferwäldchen mit dichtem Unterholz anschließt. Direkt an der

TAB. 1 Beobachtungszeiträume

Jahr	von	bis
1977	15.03.	07.08.
1978	17.03.	21.09.
1979	21.04.	17.07.
1980	11.04.	27.07.

Vogelwärterstation befindet sich ebenfalls Unterholz mit einigen Bäumen.Bedingt durch diese verschiedenen Landschaftscharaktere läßt sich das NSG in folgende Landschafts-Gruppen unterteilen:

a. vegetationsarmes Strand- und Küstenbiotop,
b. "steppen"-artiges Biotop mit salzigem Charakter,
c. feuchte bis sumpfige Biotope,
d. kleinere Baumbestände und Unterholz und
e. Wattgebiete .

Da die Biotope a.,b. und e. den weitaus größten Teil des NSG bilden, stellt Oehe - Schleimünde ein für die Ostseeküste ideales Aufenthalts- und Brutgebiet für verschiedene, bodenbrütende Seevogelarten dar.

Die neben dem experimentellen Teil der Untersuchungen vorgenommenen Bestandsaufnahmen der Flora und Fauna sind an anderer Stelle veröffentlicht (ROSSOW 1981 , weitere Hinweise sind bei CHRISTIANSEN 1931 und KRANZ 1975 zu finden).

1.3 Versuchstiere

Die vier Arten der Familie Säbelschnäbler *(Recurvirostridae)* unterscheiden sich in Gefiederfärbung und Größe,vor allem aber durch ihre unterschiedlichen Verbreitungsgebiete *(Recurvirostra avosetta, R. andina, R.americana, R.novaehollandiae;* MORONY et al. 1975, GRZIMEK 1980). In Europa tritt nur die Art *R.avosetta* auf, deren Verbreitungsgebiet in voneinander isolierten Populationen bis in die Mongolei und nach Afrika reicht. In der Bundesrepublik Deutschland ist der Säbelschnäbler hauptsächlich an der Nordseeküste anzutreffen (EKELÖF 1970, EMEIS 1930), vereinzelte Populationen brüten auch an der Ostseeküste. Hier beherbergt das NSG Oehe-Schleimünde mit bis zu 132 Brutpaaren eine der größten Populationen.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden unter den im NSG brütenden Säbelschnäblern Versuchstiere ausgewählt (Bestandsentwicklung Tab.2). Säbelschnäblerkolonien fanden sich im Verlauf der vier Beobachtungsjahre immer wieder in denselben Teilbereichen (Abb.2), daneben wurden mit Ausnahme der Oeher Wiesen und der Bereiche mit Baumbeständen oder dichtem Bewuchs mit Strandbeifuß *(Artemesia maritima)* über das gesamte NSG verstreute Einzelgelege Beobachtet. Wegen der für den Säbelschnäbler typischen lockeren Brutkolonien war es nicht immer einfach, zwischen Einzelgelege und einer eventuellen Zugehörigkeit zu einer Kolonie zu unterscheiden. Der Gelegeabstand zu den Nachbarn kann in der Kolonie zwischen 2-63m betragen (GLUTZ 1977, eigene Beobachtungen). Es waren im einzelnen folgende Kolonien: a. Steertspitze (besetzt:1977-8o), b. Quellhaken (1977-8o), c. Lotsbarg (1977-8o), d. Steertanfang/Großer Strandwall (1977-8o), f. Toter Mann/Die Breite (1977,198o), g. Salzwiesen (1977-1979) und g. Schleihaken (198o).
Die Auflösung der Brutkolonie in den Salzwiesen im Jahre 198o dürfte ihre Ursache in den vermehrten Störungen während der Koloniegründung haben. Wegen notwendig gewordener Küstenschutzarbeiten ließ es sich ab Mai 198o nicht vermeiden, daß Baufahrzeuge das NSG sogar mehrfach täglich durchquerten. Zudem erhöhte sich dadurch die Zahl der Störungen, die durch Spaziergänger verursacht wurde. Dafür bildete sich im Jahre 198o erstmals eine kleine Kolonie auf dem Schleihaken (in den Jahren zuvor wurden dort lediglich ein bis drei Einzelgelege protokolliert) und die Kolonie von 1977 auf dem Toten Mann war ebenfalls wieder besetzt. Hier könnte eine Verlagerung des Koloniebereiches innerhalb des NSG erfolgt sein.

Vor der Koloniegründung befanden sich die Säbelschnäbler fast ausnahmslos rastend bzw. zur Nahrungsaufnahme im Watt, hatten aber besonders in den Däm - merungsstunden bevorzugte Aufenthaltsgebiete (das Watt um die beiden östlichen Inseln in Die Breite

sowie der Bereich der Alten Schleimündung zwischen Hüttendüne und Toter Mann) . Hier wurde meist das Balzverhalten beobachtet, während Kopulationen über das gesamte NSG verstreut zu sehen waren. Direkt vor der Eiablage konzentrierte sich das Balzgeschehen weitgehend in dem Bereich der späteren Kolonien. In der Bebrütungsphase verstreuten sich die nicht an das Nest gebundenen Säbelschnäbler gleichmäßig über die gesamte Wattfläche. Die starke Verteilung könnte ihren Ursprung in der von MAKKING 1936 beschriebenen frühen Besetzung der sogenannten Aufzuchtsreviere haben, denn unter Aufgabe der Koloniegebiete auf dem Land blieb sie auch während der Aufzuchtsphase bestehen.
Die Gelege befanden sich meist in unmittelbarer Nähe zu einer Abbruchkante. Ausgenommen waren davon die Kolonien in den Salzwiesen und auf dem Lotsbarg, hier betrug die Entfernung zu dem nächsterreichbaren Watt ca. 5o-8o m.

Neben der ständigen Kontrolle der Freilandbruten wurde 1978 und 1979 der Versuch unternommen, Säbelschnäbler in der Vogelwärterstation großzuziehen. Die dazu erforderlichen Säbelschnäblereier wurden aus stark hochwassergefährdeten Gelegen entnommen. Diese Gelege gehen regelmäßig bei den im Frühjahr recht häufig auftretenden hohen Wasserständen verloren; sie werden dabei vom Wasser überspült und die Eier fortgeschwemmt. Daneben wurden noch Gelege ausgesucht, die sich als erste des Jahres bildeten. Sie fallen erfahrungsgemäß umherstreifenden Möwen oder Rabenvögeln zum Opfer. Da diese zu dem frühen Zeitpunkt selber noch nicht brüten, sind die potentiellen Gelegeräuber noch nicht an das eigene Nest gebunden und die Zahl der Feinde ist für den Säbelschnäbler weit grösser als zur Hauptbrutzeit aller ansäßigen Vogelarten (KEIL 1957, GOETHE 1937, eigene Beobachtungen 1977-8o).

Die eingesammelten Eier wurden dann in der Vogelwärterstation im Brutapparat ausgebrütet. Trotz der apparativen Schwierigkeiten deckt sich die Summe der

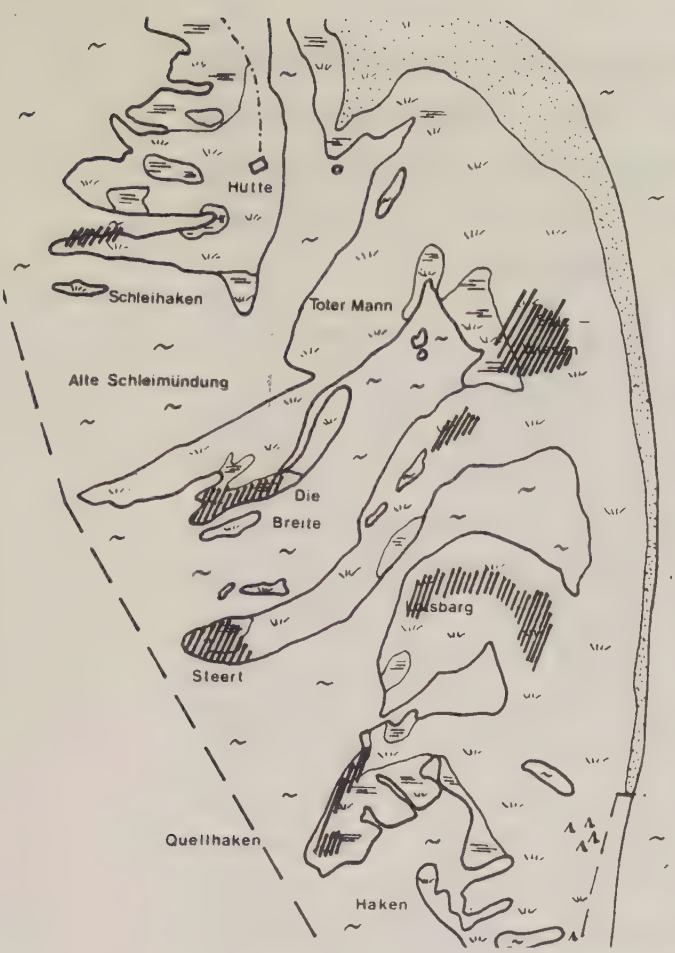


ABB. 2 Brutkolonien der Säbelschnäbler in den Brutperioden 1977 - 198o

Erläuterungen s. p 5

Tab. 2 Brutbestandsentwicklung des Säbelschnäblers, NSG Oehe-Schleimünde 1977 - 198o

Jahr	Summe der Brutpaare	
1977	35	(wahrscheinlich höhere Bestandszahl)
1978	8o	
1979	132	
198o	6o	

tauben Eier und die Kükenmortalität vor und während des Schlüpfens sowie die in den ersten Lebensstunden und -tagen mit den Erfahrungen, die bei den Säbelschnäbleraufzuchten im Tierpark Rheine gemacht wurden (SALZERT, unveröffentl. Manuskript).

Die Küken wurden nach dem Schlüpfen in Wärmekästen aus Styropor bzw. Dämmplatten gehalten (Wärmequelle: 12 V Sofitten, 25 W und 4o W Lampen). Bei wärmerer Witterung wurden sie tagsüber in ein Freigehege gesetzt, in dem sich zusätzlich eine Wärmequelle in einem überdachten Unterschlupf befand. Somit konnte ein Wärmeangebot von einer Temperatur von 2o°-24°C aufrecht erhalten werden. Sowohl in den Wärmekästen als auch im Freigehege war eine kleine Wattlandschaft nachgebildet.

Die Küken wurden mit einer Mischung aus zerriebenen Krabben, Hirse und Pellets gefüttert, daneben wurden kleingeschnittene, entgrätete Fischstücken geboten. Diese Mischung entspricht dem Limikolenfutter des Berliner Zoologischen Gartens (REINHARDT, mündl. Mitteilung). Darüber hinaus wurden ausgesiebte Nereis-Arten aus dem Watt verfüttert, die wahrscheinlich aufgrund des Bewegungsreizes von den Küken als Nahrung bevorzugt wurden. Leider war es zeitlich nicht möglich, hiermit für eine Vollnahrung zu sorgen. In den ersten Lebenstagen entwickelten sich einige Küken daneben zu "Fliegenspezialisten", indem sie mit hoher Trefferquote, die mit zunehmenden Alter nachließ, sitzende Fliegen wegpickten.

Die von RUEMPLER und RUEMPLER (1973) beschriebenen Augeninfektionen und die durch rissige Fußballen auftretenden Infektionen stellten hier ebenfalls ein Problem dar, das zu dem Tod einiger Küken führte. Durch einen 1979 irreparablen Ausfall des Stromerzeugers starben 7 Küken. Das Wärmeangebot konnte mit Wärmeflaschen, die tag und nacht alle zwei Stunden mit heißem Wasser versehen wurden, nicht mehr befrie-

digend aufrechterhalten werden. Weitere drei Küken gingen durch ein 1979 in das Freigehege gelangtes Wiesel (wahrscheinlich *Mustella erminea*, da diese Art im Bereich der Vogelwärterstation mehrfach beobachtet wurde) kurz vor dem Flüggewerden verloren. Ihre angefressenen Kadaver wurden morgens entdeckt. Das letzte Küken verendete kurz darauf an ungeklärter Ursache (vermutlich eine Infektion).

Im Jahr '8o wurde angesichts der allgemeinen Brutentwicklung auf eine Entnahme von Eiern aus dem NSG verzichtet. Obwohl die Bestandszahl zu Beginn der Brutzeit auf einen Brutbestand von über 1oo Brutpaaren schließen ließ (es waren weit mehr Säbelschnäbler balzend und kopulierend im NSG zu beobachten als in den Vergleichsjahren zuvor), schritten nur wenige Säbelschnäbler zur Brut. Ähnliche Beobachtungen wurden in dem - ebenfalls von dem Verein Jordsand betreutem - NSG Hauke-Haien-Koog, Nordseeküste gemacht (SCHNEIDER, persönl.Mitteilung). In diesem Beobachtungsjahr wurden vielmehr die hochwassergefährdeten Gelege durch künstliche Erhöhungen gesichert und es wurde versucht, der - verglichen mit 1977-79 - hohen Zahl von Feinden zu begegnen. So konnte beispielsweise ein Dachs *(Meles meles)* erfolgreich vergrämt werden, zahlreiche Igel *(Erinaceus europaeus)* wurden eingesammelt und mindestens 25km vom NSG entfernt wieder ausgesetzt. Gegen in das Gebiet schnürende Füchse *(Vulpes vulpes)* sowie die zahlreichen Silber-, Sturm- und Lachmöwen *(Larus argentatus, L. canus, L. ridibundus)* konnte nichts unternommen werden.

1.4 Material und Methode

Die Tonaufzeichnungen wurden mit UHER-Tonbandgeräten der Typen Stereo Report 44oo IC, Stereo Report 42oo IC und Stereo Report 4ooo IC gemacht. Dabei wurden Philips DP 13 Bänder eingesetzt. Aufgenommen wurde mit der Bandvorlaufgeschwindigkeit von 19cm/s. Nach Umbau konnten die Tonbandgeräte auch als Schleifengeräte für Endlosschleifen variabler Länge eingesetzt werden (Abb.3). Als Mikrophone fanden folgende Typen Anwendung: SENNHEISER MKE 2o2, MKE 4o2 und MKE 8o2 (Kugel-, Supernieren- und Supernieren-Keulencharakteristik). Für die Freilandversuche wurden Lautsprecher der Firma RANK ARENA (3oW Sinus) sowie ein davorgeschalteter Lautsprechervorverstärker (MONACOR, 2 x 3o W) verwendet. Um die ersten Lautäußerungen der ungeschlüpften Küken zu erfassen, kam ein Vibrationsaufnehmer (BRÜEL & KJÆR, Accelerometer Type 4366 mit Preamplifier BRÜEL & KJÆR, Type 2625) zum Einsatz.

Für die frequenzynalytische Auswertung wurden die einzelnen Lautäußerungen auf Endlosschleifen überspielt, von denen dann die Frequenzanalysen erstellt wurden (Frequenzanalysator BRÜEL & KJÆR, Heterodyne Analysen Type 2o1o mit dazugehörigem Pegelschreiber BRÜEL & KJÆR, Level Recorder Type 23o5). Die Lautäußerungen, von denen Frequenzanalysen erstellt wurden, wurden unter Zuhilfenahme eines Oszilloskopen (HEWLETT PACKARD, Oscilloscope Type 12o7A) und einer Laufbildkamara (Dr.Ing. J.F. TÖNNIES KG, Recordine Nr. K-744) photographiert.

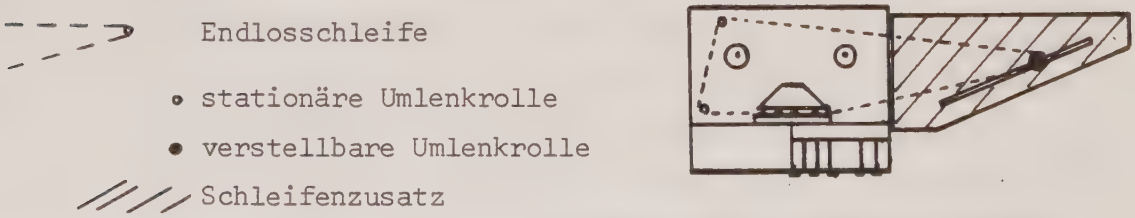


Abb. 3 Endlosschleifengerät UHER Stereo Report 44oo, 42oo, 4ooo IC nach Umbau

Die Eier wurden in einem wasserummantelten Brutapparat ausgebrütet, der 1978 mit Gas betrieben wurde, 1979 hingegen mit Strom (BOSCH G 8o1). Wie von RUEMPLER et al. (1973) empfohlen, betrug die Brut-Temperatur ca. 37.5°C. Dabei ergaben sich Temperaturschwankungen von o.5°C nach oben und bis zu 2°C nach unten. Während der gesamten Bebrütungsphase wurden die Eier alle drei Stunden gewendet (tag und nacht) und für die Dauer von insgesamt zwei Stunden täglich zum Auskühlen aus dem Brutapparat genommen. Auf diesem Wege sollte eine Angleichung an die Brutgewohnheiten der Säbelschnäbler erreicht werden, die - wie andere bodenbrütende Vogelarten auch - ihre Gelege häufiger verlassen und die Eier damit vorübergehend auskühlen lassen.

Die Beobachtungen und die Freilandversuche wurden aus Tarnzelten heraus unternommen, die entweder am Rande einer Kolonie oder aber in Nähe von Einzelgelegen (ca. 2o - 3o m entfernt) aufgestellt waren. Diese Tarnzelte wurden erst einige Tage nach der Aufstellung benutzt, sodaß sie für die Vögel keinen Störfaktor mehr darstellten. Es waren bis zu fünf Zelte im Einsatz. Die Beobachtungen konnten meist ohne optische Hilfsmittel gemacht werden.

Einige Freilandküken wurden mit ungiftiger Stoffmalfarbe markiert, sodaß eine individuelle Erkennung möglich war. Diese Markierungsfarbpunkte mußten allerdings häufig erneuert werden, da sie sich innerhalb von drei bis vier Tagen abwuschen. Aus diesem Grund wurde dann später dazu übergegangen, die individuell verschiedenen Rückenflecken der Küken durch Skizzen aufzuzeichnen. Damit war ein Wiedererkennen der Küken gewährleistet.

Die in den Versuchen angewendeten Methoden und Versuchsaufbauten werden an entsprechenden Stellen aufgezeigt.

2. ART UND MECHANISMEN DER ELTER-KIND-BEZIEHUNG

2.1 Praenataler Zeitraum

In dem Zeitraum direkt vor dem Schlüpfen sind die Küken vieler Seevogelarten einigen Außenreizen ausgesetzt. Die Art und Anzahl dieser Reize, die das praenatale Verhalten beeinflussen können, sind begrenzt. Hier dürfte es sich in erster Linie um akustische Signale handeln, da diese durch die dünne Eischale dringen können und im Eiinnern klar von den Küken vernommen werden können. Optische Außenreize hingegen dürften - solange die Eischale noch keine Öffnung an geeigneter Stelle aufweist - von untergeordneter Bedeutung für eine mögliche praenatale Prägung sein, da bedingt durch die relativ lichtundurchlässige Schale lediglich eine Hell - Dunkel - Unterscheidung durch das Küken getroffen werden könnte. Wärmebedingte Außenfaktoren rufen sicherlich sowohl bei den Küken, als auch bei den Eltern eine Reaktion hervor (Unterkühlung der Eier), auf das Prägungsgeschehen dürften sie allerdings keinen Einfluß nehmen. Mechanische Reize können das praenatale Kükenverhalten beeinflussen. Ein einleuchtendes Beispiel für den Einfluß der Kombination von akustischen und mechanischen Außenreizen auf das Verhalten der Küken in der Phase des Schlüpfen zeigt VINCE (1964, 1966) auf: bei der Virginia-Wachtel *(Colinus virginianus)* findet die Art der Kommunikation, die durch den Schalenkontakt der Eier untereinander im Gelege entsteht, zwischen den Geschwistern statt und führt zu einem synchronisierten Schlüpfen des Gesamtgeleges. Die Küken der Trottellumme lernen schon im Ei ihre Eltern an der Stimme erkennen, es erfolgt hier also eine praenatale akustische Prägung. Die Eltern wiederum vermögen durch diese Kommunikation ebenfalls die eigene Brut zu erkennen und von fremden arteigenen Küken zu unterscheiden (TSCHANZ 1959,1964, 1969; WEHRLIN 1977).Der akustische Parameter erscheint allgemein gesehen auch aus anderen Gründen von Bedeu-

tung. Die Eltern müssen langsam von den Verhaltensabläufen, die mit der reinen Bebrütung der Eier verbunden sind, auf die eigentliche Kükenaufzucht (Versorgen, Wärmen, Schutz) vorbereitet werden. Dies könnte durch die akustische Kommunikation zwischen den schlüpfenden Küken und den Eltern geschehen. In der vorliegenden Untersuchung wurde das Augenmerk auf den Einfluß der akustischen und der mechanischen Außenreize gerichtet (also Vibrationsreize durch Schalenkontakt der Eier untereinander sowie vorgetragene Lautäußerungen, die entweder experimentell oder durch die Eltern verursacht wurden). Bei den Freilandbruten, die aufgrund der ständigen Kommunikationsmöglichkeiten mit den Eltern nur schwer experimentell auf Reaktionen gegenüber akustischen Signalen zu prüfen waren, wurde das Verhalten der Eltern auf die Lautäußerungen der Brut untersucht. Darüber hinaus fand die Reaktion der Küken auf mechanische Reize durch Schalenkontakt Beachtung. Das Verhalten der Küken auf akustische und mechanische Signale vor, während und direkt nach dem Schlüpfen wurde an den künstlichen Aufzuchten geprüft.

2.1.1 Einfluß akustischer Reize auf die Versuchstiere

2.1.1.1 Einfluß auf die Küken

METHODE: durch regelmäßiges Vorspielen festgelegter akustischer Reize sollte die Möglichkeit einer angeborenen, praenatalen Prägbarkeit überprüft werden. Als Testsignale fanden sowohl natürliche Laute, also solche, denen die Säbelschnäblerküken beim und nach dem Schlüpfen ausgesetzt sind (Lautäusserungen der Eltern, Geschwistern sowie die Herztöne hudernder Säbelschnäbler), als auch synthetische Laute Anwendung. Die synthetischen Signale bestanden aus kurzen Tönen von genau 2500,3000,3500 und 4000Hz, die auf eine Endlosschleife überspielt waren (auf einer Schleife mit einer zeitlichen Dauer von ca. 3 sec befanden sich vier bis fünf synthetische Signale mit einer Dauer von jeweils 40-80msec). Vom 20. Tag der Bebrütung an wurden die Testsignale den Küken vorgespielt. Während der Dauer der Versuche wurden die Eier in einem weitgehend schallisolierten Wärmekasten auf Schaumstoff gebettet und dort bis zu fünfmal täglich für die Dauer von jeweils 20-30 min mit "ihrem" Testsignal beschallt. Eine Beeinflussung durch Fremdsignale sollte dabei weitgehend ausgeschaltet werden.

Neben dieser Beschallung konnte allerdings eine Kommunikation unter den Küken, die etwa gleichzeitig schlüpften, nicht ausgeschlossen werden. Der Zeitpunkt des ersten Versuches pro Küken wurde mit dem 2o. Bebrütungstag früh gewählt, um einen eventuellen praenatalen Zeitraum, in dem eine akustische Prägung stattfinden könnte, mit zu erfassen. Die Brutzeit unter künstlichen Bedingungen (Zoologischer Garten) ist mit 23 Tagen (HEINROTH 193o; HEINROTH und HEINROTH 1967) und unter natürlichen Bedingungen mit 22-24 Tagen (HARRISON 1975) angegeben. Die Beschallung wurde bis zu dem vollzogenen Schlüpfakt fortgesetzt. Nach dem Schlüpfen wurde dann durch Wahlversuche mit und ohne optische Attrappen der mögliche Einfluß der Versuchssignale auf das Verhalten der Küken überprüft. Bei denjenigen Küken, die mit synthetischen Signalen beschallt worden waren, wurde auch der Einfluß von den Lautäußerungen der adulten Säbelschnäbler getestet. Die Reaktionen auf die teilweise angebotene optische Gegenattrappe wurde ebenfalls protokolliert. Es ergaben sich folgende Wahlsituationen für die Versuchsküken:

a. akustischer Reiz ohne optischen Gegenreiz,
b. akustischer Reiz mit optischem Gegenreiz,
c. optischer Reiz ohne akustischer Gegenreiz.

Die Versuchsanordnung der Wahlversuche ist der Abb. 4 zu entnehmen. Die Küken wurden vor der Versuchsanordnung in den Versuchskasten gesetzt und hatten somit nicht die Möglichkeit, vor dem Versuch Eindrücke zu sammeln, die die Reaktion beeinflussen konnten. Die Vorderfront des Versuchskasten war durch einen Schieber ruckartig zu öffnen ; der Beobachter befand sich während des gesamten Versuches außerhalb des Gesichtfeldes des Kükens . Nach dem Einsetzen der Küken in den Kasten wurde noch etwa 5-1o Minuten gewartet, um den Küken Gelegenheit zur Beruhigung zu geben. Die Bewertung der Reaktionen erfolgte nach folgenden Kriterien:

positive Reaktion : das Küken läuft zielstrebig auf den angebotenen Reiz zu,

negative Reaktion : das Küken nimmt keine Notiz von dem angebotenen Reiz oder den Reizen oder es läuft in eine andere Richtung,

unentschlossene Reaktion : das Küken läuft einige Schritte in die Richtung eines der angebotenen Reize, bleibt dann aber stehen und beachtet nicht mehr den Reiz.

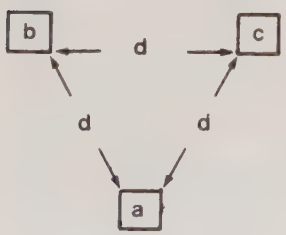


Abb. 4 Versuchsanordnung der Wahlversuche

a. Versuchskasten
b. Standort des akustischen Reizes (Lautsprecher)
c. Standort des optischen Reizes (Vogelattrappe, nicht immer angeboten)
d. Entfernungen ca. 1 m

ERGEBNISSE: Es wurden insgesamt 76 Wahlversuche mit acht Küken durchgeführt. In 49 dieser Versuche wurde die Reaktion auf die praenatalen Prägungsreize getestet, wobei sich die Wahlmöglichkeiten der Versuche wie folgt aufsplitteten:

27 Versuche mit akustischen Reizen,

1o Versuche mit akustischem Reiz und optischem Gegenreiz (Doppelbewertung: a. Reaktion auf die akustische Komponente, b. Reaktion auf den optischen Gegenreiz) und

12 Versuche mit nur optischen Reizen.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Wahlmöglichkeiten sind in der Tab. 3 wiedergegeben:

TAB. 3 ERGEBNISSE DER WAHLVERSUCHE AUF PRAENATALE AKUSTISCHE TESTSIGNALE UND AUF OPTISCHE GEGENREIZE

angebotener Reiz	Art der Reize[1]	Reaktionen			
		pos.	neg.	unentschl.	Summe
nur akustischer	pa, arteigen-Adult	o	7	o	7
	pa, arteigen-Küken	o	9	o	9
	pa, Herztöne	o	2	o	2
	pa, synthetisch	o	9	o	9
akustischer (mit unbewertetem, optischem Gegenreiz[2])	pa, arteigen-Adult	o	2	o	2
	pa, arteigen-Küken	o	3	1	4
	pa, Herztöne	o	o	o	o
	pa, synthetisch	o	4	o	4
optischer[2] (mit akustischem Gegenreiz)	o, arteigen-Adult[3]	o	2	o	2
	o, arteigen-Küken[3]	o	4	o	4
	o, Herztöne[3]	o	o	o	o
	o, synthetisch[3]	o	4	o	4
nur optischer[4]	o, Entenform/Schwarzweiß	1	1	3	5
	o, Säbelschn./rot	1	1	2	4
	o, Säbelschn./Schwarzweiß	o	2	1	3

1) pa = praenatale akustische Prägungsreize, o = optische Gegenreize
2) optischer Reiz unbeweglich
3) akustischer Gegenreiz auf den bewerteten optischen Reiz
4) optischer Reiz bewegt

Daneben wurde in 27 Wahlversuchen die Reaktion der Küken auf akustische Reize geprüft, denen Freilandbruten unter normalen Bedingungen während oder nach dem Schlüpfen ausgesetzt sind (Lautäußerungen der Eltern oder der Geschwister). Die Ergebnisse dieser

Versuchsreihe sind in Tab. 4 wiedergegeben:

TAB. 4 ERGEBNISSE DER WAHLVERSUCHE AUF UNBEKANNTE ARTEIGENE AKUSTISCHE REIZE

Art des "Prägungsreizes" der Versuchsküken	Reaktionen auf die im Wahlversuch angebotenen Reize von							
	Adulten Säbelschnäblern				Sabelschnäblerküken			
	pos.	neg.	unentschl.	Summe	pos.	neg.	unentschl.	Summe
arteigen-Adult					4	1	2	7
arteigen-Küken	1	5	o	6				
synthetisch	1	4	1	6	5	o	3	8

DISKUSSION UND BEWERTUNG: Aufgrund der einheitlich negativen Ergebnisse auf die akustischen "Prägungsreize" muß davon ausgegangen werden, daß bei den Säbelschnäblern keine praenatale akustische Prägung auf die Stimmen ihrer Eltern - vergleichbar mit der bei Trottellummen (TSCHANZ 1959, 1964, 1969) - erfolgt. Vogelähnliche optische Reize rufen direkt nach dem Schlüpfen ebenfalls keine nennenswerten positiven Reaktionen hervor. Wenn aber diesem optischen Reiz ein Bewegungsreiz hinzugesellt wird, so erhöht sich die Zahl der unentschlossenen Reaktionen. Die Einflußnahme der Kombination von optischen und Bewegungsreizen auf das frühe Prägungsgeschehen konnte allerdings mit diesen wenigen Versuchen nicht geklärt werden. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, daß bei Säbelschnäblern keine "Nachlaufprägung", wie bei Enten und Gänsen (SPALDING 1873, HEINROTH 1911, beide zitiert in HINDE 1973; LORENZ 1935), besteht. Auch die Form der optischen Gegenreize, sowie deren Farbe scheinen keine Rolle zu spielen. Übergroße Attrappen eurden nicht getestet, über eine mögliche Beeinflussung des Verhaltens kann somit nichts ausgesagt werden (bei Teichrallen *(Gallinula chloropus)* zeigten sich übergroße und vogelunähnliche Attrappen als die wirkungsvollsten; HINDE et al. 1956).

Es wurden Versuche unternommen, die spontane Reaktion der Küken auf natürliche akustische Reize zu testen. Als solche Laute wurden die Lautäußerungen adulter Säbelschnäbler sowie deren Küken gewählt, da Freilandbruten diesen Reizen in einem besonderen Maße

ausgesetzt sind. Die getesteten Küken hatten vor den Versuchen kaum Gelegenheit, diese Laute zu hören. Die Rufe der adulten Säbelschnäbler rufen bei den Versuchsküken eine weitgehend negative Reaktion hervor, hingegen werden die Rufe von Säbelschnäblerküken im Versuch positiv durch die Küken bewertet, es erfolgte keine negative Reaktion. Die genauen Ergebnisse sind in Tab.4 wiedergegeben. Diese unterschiedlichen Reaktionen auf arteigene Rufe dürften ihren Ursprung in der Kommunikation der Küken untereinander haben. Es war aus räumlichen Gründen nicht möglich, die Küken während des Schlüpfens und in den ersten Stunden danach total schallisoliert zu halten. Die Lautäußerungen anderer Küken wurden durch Wärmekästen zwar gedämmt, waren aber im Hintergrund immer noch zu hören. Da diese Form der Kommunikation nicht auf wenige Minuten beschränkt war, sondern vielmehr während der gesamten Dauer des Schlüpfvorganges sowie in den ersten zwei Lebensstunden bestand, kann hier nicht die Frage eines eventuellen angeborenen Erkennens der Geschwister nach akustischen Parametern abgeschätzt werden.

2.1.1.2 Einfluß auf die Eltern

METHODE: Über einen in der Nähe des Versuchsgeleges aufgestellten Lautsprecher ohne weiteren optischen Reiz wurden brütenden Säbelschnäblern akustische Reize angeboten. Dabei wurden die Lautäußerungen schlüpfender Küken sowie die von frisch geschlüpften gewählt (Eigenbruten , Freilandfremdbruten und von künstlichen Aufzuchten). Die Versuche wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten der Bebrütung des Versuchsgeleges vorgenommen:

a. das Schlüpfen der Eigenbrut am Versuchsgelege war noch nicht zu erwarten (die Eier zeigten weder Pickspuren oder Risse, noch waren mit einem empfindlichen Vibrationsaufnehmer Lautäußerungen festzustellen),
b. das Schlüpfen von mindestens einem Küken des Versuchsgeleges stand unmittelbar bevor (das oder die Eier zeigte schon Risse oder Atemlöcher, die Lautäußerungen waren wahrnehmbar) und
c. mindestens ein Küken war schon geschlüpft, hielt sich aber noch im Einzugsbereich des Geleges auf, die Bebrütung der restlichen Eier dauerte an.

Die Bewertung der Reaktionen auf diese Rückspielversuche er-

folgte nach den in Kapitel 2.1.1.1 beschriebenen Kriterien. Den Versuchssäbelschnäblern boten sich insgesamt 3o1 Reaktionsmöglichkeiten.

ERGEBNISSE: Die Ergebnisse der Reaktionen der brütenden Säbelschnäbler auf die angebotenen Reize in den Rückspielversuchen sind in der Tab.5 wiedergegeben:

TAB. 5 EINFLUSS AKUSTISCHER REIZE AUF DAS VERHALTEN BRÜTENDER SÄBELSCHNÄBLER

Art der Reize: Lautäußerungen von:	Zustand des Versuchsgeleges zum Versuchszeitpunkt											
	keine Schlüpftätigkeit				Schlüpftätigkeit				mind. 1 Küken geschlüpft			
	pos.	neg.	unent.	Summe	pos.	neg.	unent.	Summe	pos.	neg.	unent.	Summe
Eigenbrut[1]	—	—	—	—	o	9	1	1o	—	—	—	—
Freilandfremdbrut[1]	o	28	3	31	1	2o	1	22	o	14	o	14
künstl.Aufzuchten[1]	o	12	o	12	o	14	2	16	o	12	4	16
Eigenbrut[2]	3	4	8	15	o	17	o	17	29	o	2	31
Freilandfremdbrut[2]	o	2o	o	2o	o	2o	o	2o	1	15	o	16
künstl.Aufzuchten[2]	3	13	6	22	2	6	2	1o	2	26	1	29

[1] Lautäußerungen schlüpfender Küken
[2] Lautäußerungen frisch geschlüpfter Küken (Alter: 1-2 Stunden)
Summe der Versuchsgelege: 17

Die brütenden Säbelschnäbler reagierten auf die Rufe schlüpfender Küken der Eigenbrut oder "fremder" Küken - einheitlich negativ. Die Lautäußerungen "fremder" Küken direkt nach dem Schlüpfen rufen ebenfalls eine negative Reaktion hervor, dagegen werden die der frisch geschlüpften Eigenbrut positiv durch Suchverhalten beantwortet. Diese Küken befanden sich während des Versuchsablaufes in dem Beobachtungszelt und wurden dort gewärmt, sodaß eine Erkennung nur durch akustische Parameter erfolgen konnte. Die positive Reaktion bestand hier aus einem zielgerichteten Laufen zu dem Lautsprecher. In dessen Nähe wurde dann "gesucht", das Gelege blieb während dieser Zeit unbebrütet. Die sieben positiven Reaktionen auf die Lautäußerungen der künstlichen Aufzuchten zeigen in sich ein unklares Bild. Während fünfmal nur die Versuchs-Säbelschnäbler eine Reaktion zeigten, beteiligten sich bei den beiden anderen Versuchen mit positiver Reaktion weitaus mehr Säbelschnäbler an der

"Suche"; es näherten sich bis zu 35 Tiere dem Lautsprecher oder überflogen ihn mehrfach unter lebhaften Lautäußerungen.

DISKUSSION UND BEWERTUNG: Die Ergebnisse zeigen, daß Säbelschnäblereltern nicht in der Lage sind, ihre eigene Brut vor dem Schlüpfen persönlich an der Stimme zu erkennen . Das Kennenlernen muß zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen , da auf die Rufe der eigenen Küken, die einige Stunden alt waren , eine positive Reaktion ausgelöst werden konnte . Rufe fremder Bruten (Freilandfremdbruten und künstliche Aufzuchten) wurden nicht beachtet.

Die Reaktion der adulten Säbelschnäbler auf die Rufe eines Kükens in zwei Versuchen kann nicht erklärt werden. Hier zeigten nicht nur die Säbelschnäbler des Versuchsgeleges sondern alle sich in der Nähe befindlichen Säbelschnäbler durch Suchverhalten im Bereich der Schallquelle eine positive Reaktion . In beiden Fällen waren die Rufe eines Kükens aus den künstlichen Aufzuchten für die Reaktion verantwortlich. Eine Brutsaison später allerdings erfolgte auf denselben Ruf in keinem der Versuche eine Reaktion . Ein ähnliches Erlebnis erbrachte ein anläßlich einer bioakustischen Exkursion in das NSG 1978 durchgeführter Versuch. Hier lösten die rückgespielten Lautäußerungen eines mehrtägigen, verlassen aufgefundenen Kükens das Suchverhalten von ca. 2o Säbelschnäblern aus, die in "breiter Front" auf die Schallquelle im Watt zuliefen.

2.1.2 Einfluß mechanischer Reize auf die Versuchsküken

METHODE: Schlüpfende Küken wurden durch mechanische Reize an der Eischale gereizt. Diese Reize bestanden a. aus dem natürlichen Vibrationsreiz, der durch den Kontakt der Eier in einem Gelege zustande kommt und b . aus einem leichten Kratzen mit dem Fingernagel an der Eischale.
a. Schalenkontakt: Als Versuchstiere dienten sowohl die Freilandbruten als auch die künstlichen Aufzuchten. Um einen eventuellen Einfluß des Schalenkontaktes auf ein synchronisiertes

Schlüpfen des Geleges zu prüfen, wurden bei künstlichen Aufzuchten Küken desselben Geleges mit und ohne Schalenkontakt ausgebrütet. Um den Schalenkontakt hier zu gewährleisten, wurden die Eier in ein Schaumstoffnest gelegt; die Eier wurden während der gesamten Bebrütungsdauer mit Schalenkontakt gewendet. Bei einem weiteren Gelege der künstlichen Aufzuchten (4 Eier)wurden die Eier getrennt ausgebrütet, ohne das sie während der gesamten Bebrütungsdauer jemals Schalenkontakt hatten. Um den Einfluß des Schalenkontaktes auf die Gelege des Freilandes zu prüfen, wurde hier die zeitliche Differenz zwischen der ersten optisch oder akustisch wahrnehmbaren Veränderung vom ersten bis zum letzten Gelegeei genommen, sowie der Abstand vom Schlüpfen des ersten bis zum letzten Küken protokolliert.
b. Kratzen an der Eischale: Die Reaktion auf diese Vibrationsreize wurde subjektiv anhand einer Steigerung der Rufaktivität oder der Pickfrequenz gemessen . Zwischen den einzelnen Versuchen an einem Ei wurde meist eine Pause von mindestens 1o Minuten gelegt, um eine Gewöhnung an die Reize auszuschliessen. Die Lautäußerungen wurden durch den Vibrationsaufnehmer (vgl.Kap. 1 . 4) aufgenommen und über ein Tonbandgerät verstärkt.

ERGEBNISSE: Die Reaktion auf mechanische Reize (Schalenkontakt und Kratzen an der Eischale)bestand stets aus einer deutlichen Aktivitätssteigerung bezüglich der Ruffreudigkeit und der Pickfrequenz. Statt Einzelrufen wurden nach dem Reiz meist Ruffolgen geäussert. Wurde der mechanische Reiz mehrfach in kurzem zeitlichen Abstand hintereinander geboten,so trat eine Gewöhnung ein, die Reaktion wurde schwächer und erlosch letztendlich. Nach einer Pause von ca. 1o Minuten hatten sich die Küken wieder erholt und reagierten wieder mit der Aktivitätssteigerung. Beobachtungen im Freiland ergaben, daß die Eier eines Geleges etwa alle 2o - 3o Minuten (Mittelwert, die Werte lagen zwischen 2 und 12o Minuten) gewendet wurden, bzw. der brütende Säbelschnäbler stocherte mit dem Schnabel im Gelege. Dabei wurde auf die Eier ein mechanischer Reiz ausgeübt . Die Reaktion der schlüpfenden Küken wurde über dem im Gelege installierten Vibrationsaufnehmer erfaßt. Auch auf diese Reize erfolgte immer eine erhöhte Pickfrequenz oder eine gesteigerte Ruffreudigkeit.
Die Versuche mit bzw. ohne Schalenkontakt im Brutapparat erbrachten - ebenso wie die Beobachtungen im Freiland - keine Anzeichen für ein synchronisiertes Schlüpen. Die zeitliche Differenz zwischen den er-

sten optisch und/oder akustisch wahrnehmbaren Veränderungen des ersten bis zu denen des letzten Eies eines Geleges betrug bei dem Versuchsgelege der künstlichen Aufzuchten zwei Tage, der Schlüpfabstand betrug fünf Tage . Das Gelege der künstlichen Aufzuchten ohne Schalenkontakt sowie die Versuchsgelege im Freiland zeigten ähnliche Werte (erste Veränderungen: künstl. drei, Freiland einen Tag/e;Schlüpfabstand: vier,bzw. zwei bis sechs Tage).

DISKUSSION UND BEWERTUNG: Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung kann nicht - wie z.B. bei der Virginia - Wachtel - von einem synchronisiertem Schlüpfen ausgegegangen werden, das seine Ursache in dem Schalenkontakt der Eier im Gelege (Vibrationsreize) hat. Da die zeitliche Differenz zwischen dem Schlüpfen des ersten bis zu dem letzten Küken eines Geleges bis zu sechs Tagen betragen kann , muß die deutliche Aktivitätssteigerung der ungeschlüpften Küken auf mechanische Reize einen anderen Grund haben, der nicht weiter untersucht wurde. Möglicherweise dienen die auf solche Signale geäußerten Lautäußerungen der Kommunikation zwischen ungeschlüpften Küken und Eltern, die dadurch auf das Schlüpfen des Geleges und damit auch auf die bevorstehende und notwendige Verhaltensänderung vorbereitet werden (vom reinem Bebrüten mit einer festen örtlichen Bindung zu der räumlich flexiblen Aufzucht in den Nahrungsrevieren).

2.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse des praenatalen Zeitraumes

1. Der Einfluß der akustischen Reize,mit denen die Küken im Zeitraum vor und während des Schlüpfens laufend konfrontiert wurden, zeigten in der Phase direkt nach dem Schlüpfen keine Wirkung.
2. Die Reaktion in Wahlversuchen direkt nach dem Schlüpfen auf die Lautäußerungen adulter Säbelschnäbler war weitgehend negativ.

3. Die Reaktion in Wahlversuchen nach dem Schlüpfen auf Lautäußerungen anderer Säbelschnäblerküken war weitgehend positiv.
4. Form und Färbung optischer Attrappen zeigen keine Wirkung auf die Küken.
5. Säbelschnäblereltern lernen ihre eigene Brut vor dem Schlüpfen nicht persönlich an der Stimme erkennen. Die Rückspielversuche an brütenden Säbelschnäblern zeigten mit den Rufen der eigenen ungeschlüpften Küken dieselben Ergebnisse, wie auf die Lautäusserungen von Freilandfremdbruten oder künstlichen Aufzuchten. Es erfolgte keine Reaktion.
6. Die Reaktion, die in drei Rückspielversuchen an brütenden Säbelschnäblern mit Lautäußerungen einer künstlichen Aufzucht sowie denen eines verlassenen Freilandkükens auftrat, bleibt ungeklärt (hier reagierten nicht nur die Säbelschnäbler des Versuchsgeleges, sondern alle sich in der Nähe befindlichen durch Suchverhalten im Bereich der Schallquelle).
7. Mechanische Reize, die durch den Schalenkontakt bei dem Wenden der Eier hervorgerufen werden, führen nicht wie bei Wachteln zu einem synchronisierten Schlüpfen des Geleges. Auf diese Reize, die experimentell simultiert wurden, reagierten die Küken der künstlichen Aufzuchten mit einer gesteigerten Ruffreudigkeit und einer erhöhten Pickfrequenz.

2.2 Postnataler Zeitraum

In den ersten Stunden nach dem Schlüpfen liegt bei sehr vielen Vogelarten die sensible Phase, in der die Küken durch irreversible Lernprozesse auf die Art geprägt werden und Eltern und/oder Geschwister kennenlernen. Die Länge und die genaue zeitliche Abgrenzung dieser Phase ist artverschieden. Allgemein übt der Entwicklungsstand des Kükens nach dem Verlassen der Eischale (meist ersichtlich durch die fortschreitende Fähigkeit zur Lokomotion) einen Einfluß aus. Mit steigender Fähigkeit zur Lokomotion korreliert der Beginn der sensiblen Phase (HESS 1959). Das Ende dieser Phase ist schwer zu definieren und hängt von vielen Faktoren ab; es wird meist in diesem Zusammenhang auf die Entwicklung von Angstreaktionen, die direkt nach der Befreiung aus der Eischale noch nicht vorhanden sind, verwiesen (HINDE et al. 1956; HESS 1959; GUITON 1959; MOLTZ 1960, zitiert in HINDE 1973).

Die Reaktion auf Außenreize ist für Küken von lebenswichtiger Bedeutung. Da - in einer natürlichen Umgebung - meist Artgenossen in der Nähe der frischgeschlüpften Küken sind, kann hier kaum eine Fehlprägung stattfinden; die Eltern oder die Geschwister bieten die für das weitere Leben wichtigen Reize. Die Art dieser Reize kann vielfältig sein. Die meisten Enten- und Gänseküken, sowie die der Bleßralle *(Fulica atra)* und Teichrallen *(Gallinula chloropus)* folgen in der sensiblen Phase größeren, beweglichen Objekten (in der Natur normalerweise die Eltern), wobei Form und Größe einen gewissen Einfluß auf diese Folgereaktionen üben kann (FABRICIUS und BOYD 1954, SMITH 1962, beide zitiert in HINDE 1973; BATESON 1964; HEINROTH 1911; HESS 1959; LORENZ 1935; WEIDMANN 1958 und weitere in dieser Literatur zitierte Autoren). Nicht nur Form und Bewegung können eine Prägung hervorrufen, auch akustische Aussenreize können eine ähnliche Wirkung erzielen. Selbst wenn sich noch keine Möglichkeit zu einer optischen

Kommunikation zwischen Küken und Eltern oder zwischen Küken und Geschwister bot, kann ein Lernprozeß stattfinden, die Küken lernen ihre Eltern persönlich an der Stimme erkennen und umgekehrt (z.B. bei Trottellummen, TSCHANZ 1964,1969). Die Küken der Haushühner werden von denjenigen Geräuschen angezogen, die den selbst im Ei während des Schlüpfens produzierten ähnlich sind (COLLIAS 1952; KRUIJT 1964).
Normalerweise wirkt die Kombination der Außenreize auf die Art-, Eltern- oder Geschwisterprägung, wobei allerdings artverschieden die optischen oder die akustischen Reize unterschiedlich stark wirken können (GOTTLIEB 1965, 1966).

Die Art und der Einfluß der Außenreize auf die Prägung beim Säbelschnäbler ist in der Literatur nicht beschrieben. Da davon ausgegangen werden kann, daß Säbelschnäblerküken ihre Eltern persönlich an der Stimme erkennen können und umgekehrt (vgl.Kap.1.1), wurde versucht, die sensible Phase bei dieser Art festzustellen und den Einfluß der sich normalerweise bietenden Außenreize zu untersuchen. Hierzu wurden Attrappen - Wahlversuche an Säbelschnäblerküken im Freiland und den künstlichen Aufzuchten durchgeführt, wobei letztere auf artfremde Geräusche experimentell geprägt werden sollten. Die Reaktion der adulten Säbelschnäbler auf die Rufe ihrer eigenen Brut, die der Freilandfremdbruten und die der künstlichen Aufzuchten wurden in Rückspielversuchen getestet, daneben wurden mit den Küken Austauschversuche durchgeführt. Hier sollte das persönliche Erkennen bewiesen, sowie der Zeitpunkt des Kennenlernens an der Stimme festgelegt werden, da dieses - wie im Kap.2.1 gesehen - nicht im praenatalen Zeitraum stattfindet.

2.2.1 Wahlversuche

2.2.1.1 Methode

a. Freilandbruten

Die Küken wurden außerhalb des Einflußbereiches der eigenen Eltern im Freiland getestet. Dazu wurden sie in einem, auf

der Vorderseite durch einen Schieber zu öffnenden Wahlversuchskasten gesetzt ; hier hatten sie keine Möglichkeit, mit der Außenwelt in Kommunikation zu treten. Nachdem sich die Küken in diesem Kasten befanden, wurden die dann in dem Versuch angebotenen Reize aufgestellt (vgl. Abb. 4). Aus technischen Gründen konnte den Attrappen kein Bewegungsreiz zugesellt werden , es kamen damit nur akustische Reize verbunden mit einer Attrappe (=optischer Reiz) und optische, stumme Alternativattrappen zur Anwendung . Nach dem Aufstellen der Versuchsanordnung wurde den Küken eine gewisse Zeit zur Beruhigung (etwa 5 - 1o Minuten) gegeben, dann wurde der Schieber ruckartig geöffnet , sodaß das Küken direkt vor der Entscheidung stand. Der Beobachter befand sich hinter dem Wahlversuchskasten in Deckung, dadurch war der Störfaktor Mensch ausgeschlossen. Die Störungen, die durch überfliegende Feinde hervorgerufen wurden (z.B.Silbermöwen), konnten nicht verhindert werden . Es wurden 1o4 Reaktionenmöglichkeiten doppelt bewertet und in die Komplexe Akustik und Optik eingereiht. Bei der Bewertung für den Komplex Akustik wurden eventuell auftretende positive Reaktionen auf den optischen Alternativreiz nicht beachtet und umgekehrt. Der Bewertungsmodus entsprach dem in Kap. 2.1.1.1 beschriebenen.

b. Künstliche Aufzuchten

Der Versuchsaufbau entsprach hier dem der oben beschriebenen Freilandwahlversuche (Abb. 4). Die Versuche wurden, um die Störung durch überfliegende Feinde auszuschließen , in einer zur Vogelwärterstation gehörigen Hütte durchgeführt (Grund - fläche ca. 3 x 3.5 m) . Hier war es möglich, den Attrappen einen Bewegungsreiz zuzuordnen und die Reaktion hierauf ebenfalls zu protokollieren. Der Beobachter konnte vom Versuchsküken nicht gesehen werden. Für den Komplex Akustik ergaben sich 29o Reaktionsmöglichkeiten , für den Komplex Optik 488 (Bewertungsmodus vgl. Kap. 2.1.1.1)

c. Wahlmöglichkeiten

1. Freilandversuche: Hier wurde neben der akustischen, mit einer Attrappe versehenen Komponente den Küken ein optischer Alternativreiz geboten. Als akustischer Reiz dienten die Lautäußerungen der eigenen Eltern, sowie die, von fremden adulten Säbelschnäblern.
2. Künstliche Aufzuchten: Die Versuchsküken hatten mehr Wahlmöglichkeiten als die Freilandbruten . Es boten sich die Reaktionsmöglichkeiten , die in Tab. 6 wiedergegeben sind. Als akustische Reize dienten für die postnatalen Prägungsreize synthetische Fremdsignale sowie arteigene Lautäußerungen (Rufe von adulten und jungen Säbelschnäblern).

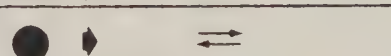
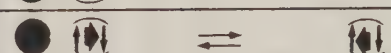
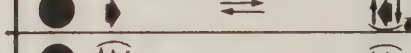
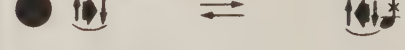
d. Prägungsreize

Als Prägungsreize dienten synthetische Signale mit genau definiertem Frequenzbereich (unterbrochenes Piepen mit genau 2ooo, 25oo, 3ooo und 35oo Hz; vgl. Kap. 2.1.1.1).

e. Attrappen

Als optischer Reiz wurden den Versuchsküken drei verschiedene Attrappen geboten: Säbelschnäblerform und - färbung, gleiche Größe; Säbelschnäblerform, rote Farbe, gleiche Größe; Entenform und Größe mit Säbelschnäblerfärbung. Die Attrappen kamen

TAB. 6 REAKTIONSMÖGLICHKEITEN BEI DEN WAHLVERSUCHEN

Komplex	Bewerteter Reiz	Alternativreiz	Symbol
Akustik	akust. Reiz	Attrappe ohne Bewegungsreiz	
	akust. Reiz	Attrappe mit Bewegungsreiz	
	akust.Reiz,Attrappe ohne Bewegungsreiz	Attrappe ohne Bewegungsreiz	
	akust.Reiz.Attrappe mit Bewegungsreiz	Attrappe ohne Bewegungsreiz	
	akust.Reiz,Attrappe mit Bewegungsreiz	Attrappe mit Bewegungsreiz	
Optik	Attrappe ohne Bewegungsreiz	./.	
	Attrappe mit Bewegungsreiz	Attrappe ohne Bewegungsreiz	
	Attrappe mit Bewegungsreiz	Attrappe mit Bewegungsreiz	
	Attrappe ohne Bewegungsreiz	akust. Reiz	
	Attrappe mit Bewegungsreiz	akust. Reiz	
	Attrappe ohne Bewegungsreiz	akust.Reiz,Attrappe ohne Bewegungsreiz	
	Attrappe mit Bewegungsreiz	akust.Reiz,Attrappe ohne Bewegungsreiz	
	Attrappe ohne Bewegungsreiz	akust.Reiz,Attrappe mit Bewegungsreiz	
	Attrappe mit Bewegungsreiz	akust.Reiz,Attrappe mit Bewegungsreiz	

mit oder ohne zugeordneten Bewegungsreiz zu Anwendung. In ihrem Innern waren sie hohl, sodaß für einen o.2 W Lautsprecher Platz war. Dadurch konnte ein zugeordneter akustischer Reiz direkt aus der Attrappe kommen.

f. Symbolik

Den Reaktionsmöglichkeiten, mit denen die Küken in den Versuchen konfrontiert wurden, werden in dem Ergebnisteil Symbole zugewiesen, die der Übersichtlichkeit dienen sollen. Es sind im einzelnen folgende:

akustischer Reiz,

Attrappe,

Bewegungsreiz

gegen, z.B. akustischer Reiz gegen einen angebotenen Alternativreiz und

die Reaktion auf diesen Reiz/diese Reizkombination wird bewertet, eventuelle Reaktionen auf einen möglicherweise angebotenen Alternativreiz bleiben unberücksichtigt und werden an anderer Stelle angeführt.

2.2.1.2 Ergebnisse bei Freilandbruten

2.2.1.2.1 Komplex Akustik

a. Akustischer Reiz durch die Lautäußerungen der eigenen Eltern:

1oo%=77 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 42.2%, unentschlossen: 26.6%, negativ: 31.2%.

Der dem akustischen Reiz zugeordnete optische Reiz bestand aus den beiden Säbelschnäblerattrappen (Säbelschnäblerfärbung und Rot), wobei sich keine Bevorzugung einer Attrappe ergab.

b. Akustischer Reiz durch die Lautäußerungen fremder adulter Säbelschnäbler:

1oo%=27 Reaktionsmöglichkeiten; positiv:11.1%, unentschlossen: o%, negativ: 88.9%.

Auch hier zeigte sich keine Bevorzugung einer der beiden eingesetzten Attrappen, denen der akustische Reiz zugeordnet war.

Neben diesen Wahlversuchsergebnissen können auch die "Wechselgespräche", die am Ende einiger Rückspielversuche zwischen Küken und Eltern stattfanden,

in diesem Ergebnisteil mit einbezogen werden. In diesen Versuchen reagierten die Versuchsküken immer nur auf die Lautäußerungen ihrer Eltern, Rufe fremder Säbelschnäbler wurden nicht beantwortet. Die Eltern reagierten auch auf die Rufe ihrer Brut durch Lautkontakt und einem Sichnähern.

2.2.1.2.2 Komplex Optik

In den 1o4 Reaktionsmöglichkeiten erfolgte auf den optischen Reiz keine einzige positive oder unentschlossene Reaktion , die Küken beachteten die Attrappe garnicht.

2.2.1.3 Ergebnisse bei künstlichen Aufzuchten

2.2.1.3.1 Komplex Akustik

a.Reaktion auf die postnatalen Prägungsreize, 1oo%=48 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 22.5%, unentschlossen: 14.3%, negativ : 63.3%.
b.Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken),1oo%=2o Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 65%, unentschlossen: 35%, negativ: o%.
c. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von adulten Säbelschnäblern), 1oo%=15 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 2o%, unentschlossen: 26.7%, negativ: 53.3%.
d. Reaktion auf synthetische Fremdsignale, 1oo% = 22 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo% negativ.

a.Reaktion auf die postnatalen Prägungsreize, 1oo% = 76 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 67.1 %, unentschlossen: 11.8 %, negativ: 21.1%.
b. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 9 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo % positiv.
c. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von adulten Säbelschnäblern), 1oo% = 6 Reaktionsmöglichkeiten ; positiv: 16.7%, unentschlossen: o% negativ : 83.3%.
d. Reaktion auf synthetische Fremdsignale, 1oo % = 3 Reaktionsmöglichkeiten ; positiv : 33.3 % , unentschlossen: o% , negativ : 66.7 %.

a.Reaktion auf die postnatalen Prägungsreize, 1oo%=74 Reaktionsmöglichkeiten ; positiv: 47.3%, unentschlossen:28.4%,negativ:24.3%.
b. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken), 1oo% = 8 Reaktionsmöglichkeiten ; positiv: 87.5%, unentschlossen: o%, negativ: 12.5%.

a.Reaktion auf die postnatalen Prägungsreize, 1oo% = 22 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 9o.9%, unentschlossen: o%, negativ: 9.1%.
b. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 5 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo % positiv.
c. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von adulten Säbelschnäblern), 1oo % = 2 Reaktionsmöglichkeiten; positiv 5o%, unentschlossen: o%, negativ: 5o%.

a.Reaktion auf die postnatalen Prägungsreize, 1oo % = 2 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo % negativ.
b. Reaktion auf arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken und adulten Säbelschnäblern), 1oo% = 6 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo% positiv.

2.2.1.3.2 Komplex Optik

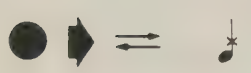
Die Ergebnisse, die die drei verwendeten Attrappen im Einzelnen hervorriefen, werden im folgenden nicht gesondert aufgeführt. Die Reaktion der Versuchsküken war auf alle Formen und Färbungen gleich, es kristallisierte sich keine Bevorzugung einer Attrappe heraus.

Kein akustischer Gegenreiz,1oo% = 84 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 6%,unentschlossen 8%, negativ 86%.

Kein akustischer Gegenreiz, 1oo% = 71 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 2.8%, unentschlossen: 1.4%, negativ: 95.8%.

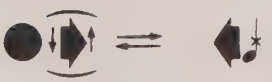
Kein akustischer Gegenreiz, 1oo% = 35 Reaktionsmöglichkeiten; positiv : 11.5 % , unentschlossen: 6 % , negativ: 82.5 % .

Kein akustischer Gegenreiz, 1oo% = 3o Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 6.7%, unentschlossen: 13.3%, negativ: 8o%.



Akustischer Gegenreiz geboten durch :
a. Postnatale Prägungsreize, 1oo % = 21 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 4.8%, unentschlossen: o%, negativ: 95.2%.
b. Arteigener Fremdlaut (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 5 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 4o%, unentschlossen: o%, negativ: 6o%.
c. Arteigener Fremdlaut (von adulten Säbelschnäblern), 1oo% = 4 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo% negativ.
d. Synthetischer Fremdreiz, 1oo% = 6 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo% negativ.

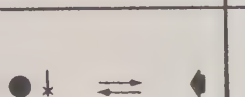
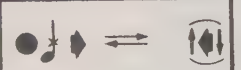
Akustischer Gegenreiz geboten durch:
a. Postnatale Prägungsreize, 1oo % = 69 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: o%, unentschlossen: 8.7%, negativ: 91.3%.
b. Arteigener Fremdlaut (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 9 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo % negativ.
c. Arteigener Fremdlaut (von adulten Säbelschnäblern), 1oo % = 4 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo% negativ.



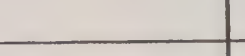
Akustischer Gegenreiz geboten durch:
a. Postnatale Prägungsreize, 1oo % = 68 Reaktionsmöglichkeiten; positiv: 5.9%, unentschlossen: 32.4%, negativ: 61.8%.
b. Arteigener Fremdlaut (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 1o Reaktionsmöglichkeiten, 1oo% negativ.

Akustischer Gegenreiz geboten durch:
a. Postnatale Prägungsreize, 1oo % = 31 Reaktionsmöglichkeiten; positiv : o%, unentschlossen: 6.5%, negativ: 93.5%.
b. Arteigener Fremdlaut (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 19 Reaktionsmöglichkeiten, 1oo% negativ.
c. Arteigener Fremdlaut (von adulten Säbelschnäblern), 1oo% = 8 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo% negativ.

TAB.7 WAHLVERSUCHSERGEBNISSE, KOMPLEX AKUSTIK

Symbol für die Wahlsituation	getesteter akust. Reiz	Reaktionen in % pos.	unent.	neg.	100%=n Reaktionsmöglichk.	
	e	42.2	26.6	31.2	77	1
	c	11.1	o	88.9	27	1
	a	22.5	14.3	63.3	48	2
	b	65.o	35.o	o	2o	2
	c	2o.o	26.7	53.3	15	2
	d	o	o	1oo.o	22	2
	a	67.1	11.8	21.1	76	2
	b	1oo.o	o	o	9	2
	c	16.7	o	83.3	6	2
	d	33.3	o	66.7	3	2
	a	47.3	28.4	24.3	74	2
	b	87.5	o	12.5	8	2
	a	9o.9	o	9.1	22	2
	b	1oo.o	o	o	5	2
	c	5o.o	o	5o.o	2	2
	a	o	o	1oo.o	2	2
	b	1oo.o	o	o	6	2

TAB.8 WAHLVERSUCHSERGEBNISSE, KOMPLEX OPTIK

Symbol für die Wahlsituation	akustischer Alternativreiz	Reaktionen in % pos.	unent.	neg.	100% = n Reaktionsmöglichkeiten	
	e	o	o	1oo	1o4	1
	c					
	./.	6.o	8.o	86.o	84	2
	./.	2.8	1.4	95.8	71	2
	./.	11.5	6.o	82.5	35	2
	./.	6.7	13.3	8o.o	3o	2
	a	4.8	o	95.2	21	2
	b	4o.o	o	6o.o	5	2
	c	o	o	1oo.o	4	2
	d	o	o	1oo.o	6	2
	a	o	8.7	91.3	69	2
	b	o	o	1oo.o	9	2
	c	o	o	1oo.o	4	2
	a	5.9	32.4	61.8	68	2
	b	o	o	1oo.o	1o	2
	a	o	6.5	93.5	31	2
	b	o	o	1oo.o	19	2
	c	o	o	1oo.o	8	2
	a	o	o	1oo.o	8	2
	b	o	o	1oo.o	6	2

LEGENDE TAB. 7 und 8

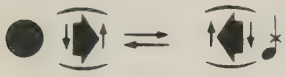
Symbolik: vgl. Kap.2.2.1.1.f.

a = postnatale Prägungslaute
b = arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken)
c = arteigene Fremdlaute (von adulten Säbelschnäblern)
d = synthetische Fremdlaute
e = Lautäußerungen der eigenen Eltern

[1] Freilandbruten

[2] Künstliche Aufzuchten

Summe der Reaktionsmöglichkeiten: Komplex Akustik 422 ; Komplex Optik 592



Akustischer Gegenreiz geboten durch:
a. Postnatale Prägungsreize, 1oo % = 8 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo % negativ.
b. Arteigene Fremdlaute (von Säbelschnäblerküken), 1oo % = 6 Reaktionsmöglichkeiten; 1oo % negativ.

2.2.1.4 Diskussion und Bewertung

Die akustischen Reize werden sowohl von den Freilandbruten als auch von den künstlichen Aufzuchten stärker beachtet als optische Reize, die alternativ oder allein geboten werden. Auf diejenigen akustischen Signale, mit denen die Küken nach dem Schlüpfen geprägt werden sollten (postnatale Prägungsreize bei künstlichen Aufzuchten), bzw. unter natürlichen Bedingungen im Freiland geprägt werden dürften, erfolgte in den Versuchen eine weitgehend positive Reaktion. Freilandbruten reagierten auf die Rufe fremder adulter Säbelschnäbler negativ. Diese Reaktion läßt darauf schließen, daß sie auf die individuellen Lautäußerungen ihrer Eltern geprägt waren. Die künstlichen Aufzuchten reagierten auf im Wahlversuch vorgespielten Lautäußerungen anderer Säbelschnäblerküken insgesamt stärker als auf ihre postnatalen Prägungsreize, bei denen die positive Reaktion nicht immer eindeutig zu erkennen war. Diese Bevorzugung der Kükenlaute dürfte ihren Ursprung in der ständigen akustischen Kommunikation haben, in der die Versuchsküken der künstlichen Aufzuchten standen.

Bei den künstlichen Aufzuchten zeigte sich eine verstärkte Reaktion auf die postnatalen sowie die, durch andere Küken verursachten Reize, wenn dieser akustischen Komponente noch eine Attrappe, also ein optischer Reiz zugeordnet werden konnte. Ohne einen solchen zusätzlichen Reiz waren die positiven Reaktionen im Wahlversuch nicht immer eindeutig, es wurden eventuell positive Reaktionen als unentschiedene gewertet. Zudem kamen individuelle Unterschiede.

Drei der Versuchsküken zeigten stets eindeutige positive Reaktionen, die Schallquelle (offen und versteckt) wurde sofort gesucht und unter aufgeregtem Piepen umkreist . Die restlichen elf Küken zeigten an ihrem Reiz "kein Interesse" (vier) oder zeigten unentschlossene Reaktionen , wobei der Übergang zu negativen und positiven verschwommen war.

Die Kombination akustischer / optischer / Bewegungsreiz wirkte am stärksten, hier herrschten bei allen getesteten Küken die positiven Reaktionen vor.

Auf rein optische Reize, die meist als Alternativreiz zu einem akustischen angeboten wurden, teilweise aber auch allein, erfolgte allgemein eine negative Reaktion aller Küken. Wurde diesem optischen Reiz ein Bewegungsreiz zugeordnet, so stieg die Zahl der positiven Reaktionen nicht besonders an, die Zahl der als unentschlossen bewerteten stieg aber beachtlich.

Das Alter der Küken übte in den Wahlversuchen einen Einfluß aus. Mit zunehmenden Alter läßt die Reaktionsbereitschaft auf einen angebotenen Reiz (auch auf die vorgespielten Rufe von Säbelschnäblerküken) nach und im Alter von 7-9 Tagen (individuelle Unterschiede) reagieren die Küken letztendlich nicht mehr. Deshalb wurden in diesem Alter die Wahlversuche eingestellt. Diese Entwicklung dürfte ihren Ursprung in der zunehmenden Selbstständigkeit haben, der ständige Kontakt zu den Eltern beginnt sich abzubauen und die zeitlichen Intervalle zwischen dem Hudern der Küken werden immer größer.

Über alle Altersstufen war eine deutliche Reaktion auf alle Testsignale zu protokollieren, wenn diese plötzlich mit hoher Intensität vorgespielt wurden. Die Küken duckten sich dann auf den Boden und verharrten eine geraume Zeit so still (ca. 1-5 Minuten). Durch die Erhöhung der Lautstärke hörten sich die Testsignale - empfunden für das menschliche Ohr - sehr kurz und durchdringend an und entsprachen mehr

den Warn- und Angstrufen adulter Säbelschnäbler (subjektiver Eindruck). Aus diesem Verhalten der Küken läßt sich die Vermutung ableiten , daß die Reaktion des "Sich-Duckens" bei durch Warnrufe angezeigter Gefahr nicht erlernt , sondern angeboren ist. Dieses Verhalten deckt sich mit dem in der Literatur beschriebenen Verhalten vieler Vogelarten, deren Küken dazu neigen , sich Reizen mit geringer Intensität zu nähern, vor solchen mit hoher Intensität hingegen zu fliehen (SCHNEIRLA 1965, zitiert in HINDE 1973). Da die Versuche, in denen diese Verhalten beobachtet wurden , in einem überdachten, nach den Seiten auch weitgehend abgeschirmten Raum stattfanden, können optische Parameter als Einfluß auf die Reaktion ausgeschlossen werden.

Die Form oder die Färbung von optischen Reizen sind in der Auswertung berücksichtigt worden, nicht aber in den Ergebnisteil eingeflossen . Die Reaktionen waren bei allen drei Attrappen in den Versuchen gleich verteilt , es schien sich keine Bevorzugung einer bestimmten Form oder Färbung zu ergeben. Außerdem war die Zahl der zur Verfügung stehenden Attrappen sowie deren Farbkombinationen zu gering, als daß eine letztendliche Aussage getroffen werden könnte. Aus diesen Gründen wurde hier auf eine weitergehende Differenzierung des Versuchsaufbaues in der vorgestellten Auswertung verzichtet.

2.2.2 Ruckspielversuche

2.2.2.1 Methode

Nach Wegnahme der Eigenbrut wurden im Freiland die Versuchssäbelschnäbler vor die im folgendem angeführten Situationen gestellt. Es wurden ihnen a. die Lautäußerungen der eigenen Küken und b. die von fremden Küken (Freilandfremdbruten und künstlichen Aufzuchten) über einen im Watt aufgestellten Lautsprecher vorgespielt. Während der Versuche befand sich die Eigenbrut in dem Beobachtungszelt, welches meist in unmittelbarer Nähe der jeweiligen Abbruchkante aufgestellt war. Hier wurden sie entweder in einem Wärmekasten oder aber durch direkten Hautkontakt unter dem Pulli des Beobachters gewärmt. Eventuelle hier geäußerte Rufe konnten nicht von den Eltern wahrgenommen werden. Die Reaktion der adulten Säbelschnäbler wurde protokolliert. Die Reaktion der Küken auf die Lautäußerungen der Eltern sowie auf die der anderen adulten Säbelschnäbler wurden ebenfalls erfaßt. Am Ende der meisten Versuche wurden die Lautäußerungen der Versuchsküken über den Kontrollautsprecher des UHER Tonbandgerätes direkt aus dem Beobachtungszeltgeleitet. Die Lautäußerungen der Eigenbrut wurden entweder direkt vor Versuchsbeginn aufgenommen oder aber es kamen 12 - 48 Stunden alte Rufe zum Einsatz.
Ausgewertet wurden insgesamt 8oo Reaktionsmöglichkeiten der adulten Versuchssäbelschnäbler, die sich wie folgt verteilten: 61o Reaktionsmöglichkeiten auf die Lautäußerungen der Eigenbrut (direkt vor Versuchsbeginn aufgenommen : 38o; 12 - 48 Stunden alte Rufe : 23o) und 19o auf die Lautäußerungen von fremden Säbelschnäblerküken.

2.2.2.2 Ergebnisse

2.2.2.2.1 Reaktionen der Küken

Während des Ablaufes eines jeden Versuches konnte keine akustische Kommunikation zwischen Küken und Eltern stattfinden. Die Küken befanden sich weitgehend schallisoliert in dem Beobachtungszelt, ihre Lautäußerungen waren außerhalb des Zeltes nicht oder nur in unmittelbarer Umgebung gedämpft wahrnehmbar. Auch die Lautäußerungen der Eltern wurden durch den Wärmekasten oder durch die Kleidung des Beobachters dergestalt gedämpft, daß keine Reaktion im Versuch zu protokollieren war. Es konnten somit nur Reaktionen auf die Lautäußerungen adulter Säbelschnäbler zu Versuchsbeginn und -ende beobachtet werden. Diejenigen, die zu Versuchsbeginn stattfanden, wurden nicht ausgewertet. Durch die Störung, die für alle im Versuchsgebiet brütenden und rastenden Vogelarten durch

die Entnahme der Küken entstand, konnte auf mögliche Reaktionen der Küken zu bestimmten Rufen keine Zuordnung getroffen werden. Am Versuchsende hingegen wurden die Reaktionen der Küken protokolliert und ausgewertet. Zu diesem Zeitpunkt durften die Küken dann frei im Beobachtungszelt herumlaufen. Nach einer kurzen Gewöhnung an die wiedergewonnene "Freiheit" wurde als Bewertungsgrundlage die Rufaktivität der Küken erfaßt . Folgende Reaktionen wurden bewertet: positive Reaktion: direkt auf eine Lautäußerung adulter Säbelschnäbler antwortete das Küken und schien auf eine Antwort zu warten , meist blieb es dabei stehen ; negative Antwort: auf die Lautäußerungen der adulten Säbelschnäbler erfolgt keine Reaktion, die Küken scheinen den Ruf nicht zu beachten. Es war leider eine zeitgleiche Beobachtung von adulten Säbelschnäblern und den Versuchsküken nicht möglich, das sich nur ein Beobachter im Zelt befand.Aus diesem Grunde ist es nicht möglich, eine Zuordnung zu den Rufen der Adulti, die eine positive Reaktion auslösten, zu treffen. Auffallend war jedoch, daß die Küken nicht auf alle Säbelschnäblerrufe antworteten, auch wenn die Situation dieselbe war (z.B. lösten die Rufe überfliegender Säbelschnäbler manchmal eine Antwort aus, ein andermal nicht; Lautäußerungen sich im Watt befindlicher Altvögel zeigten auch nicht immer eine positive Reaktion). Aus diesem Kükenverhalten resultierte der weitere Verlauf des Versuchsendes. Die Lautäußerungen der Küken wurden jetzt direkt aus dem Zelt geleitet und die lautliche Reaktion der Eltern beobachtet . Bei insgesamt 24 Versuchen dieser Art fand in 23 Fällen eine positive Reaktion der Eltern statt, die sich dann unter Lautäußerungen dem Zelt näherten. Auf diese Rufe antworteten die Küken sofort, es entstand eine Art "Wechselgespräch", das erst abgebrochen wurde, wenn der Altvogel den Beobachter sah. Überflog während eines solchen Wechselgespräches ein weiterer Säbelschnäbler unter Lautäußerungen das Beobachtungszelt, so wurde von den Kü-

ken nie geantwortet, auch Rufe von im Watt umherlaufenden Säbelschnäblern blieben unbeantwortet.

2.2.2.2.2 Reaktionen der adulten Säbelschnäbler

a. Reaktion auf maximal eine Stunde alte Lautäußerungen der Eigenbrut:
Die Eltern reagierten auf die Lautäußerungen der eigenen Brut zu 86.1% positiv, zu 2.9% unentschlossen und zu 11.1% negativ (1oo% = 38o Reaktionsmöglichkeiten). Die positiven Reaktionen auf den vorgespielten Reiz waren stark ausgeprägt. Die Säbelschnäbler suchten sofort die nähere Umgebung der Schallquelle auf und zeigten dort Suchverhalten. Dabei wurde lebhaft gerufen. Nach kurzer Zeit (zwischen 2-1o Minuten) verließ meist einer der beiden Elternteile die Nähe der Schallquelle während der andere dort verblieb . Wurde die Lautäußerung der Eigenbrut nicht mehr rückgespielt, so verließ auch der letzte Säbelschnäbler langsam - wie zögernd - den Lautsprecherbereich. Bei einem erneuten Versuch reagierten die Eltern dann wieder positiv und umliefen unter lebhaften Lautäusserungen den Lautsprecher und setzten sich sogar teilweise darauf. Bei 28 Reaktionsmöglichkeiten befanden sich zwei, etwa 4o-5o m voneinander entfernte Lautsprecher im Versuch, die alternativ betrieben wurden. Das wechselseitige Vorspielen erbrachte bei beiden Lautsprechern eine positive Reaktion, die oder einer der beiden Säbelschnäbler befanden sich immer im Bereich der Schallquelle, verstummte diese und der andere Lautsprecher brachte den Reiz, so liefen oder flogen die Eltern sofort dorthin. Es konnte mehrfach gewechselt werden , ohne daß die positive Reaktion ausblieb.
Die negativen Reaktionen teilten sich wie folgt auf: in 6 der 42 Fälle war die Eigenbrut noch nicht älter als fünf Tage, in 13 nicht älter als zehn Tage und in den restlichen 23 älter als zwei Wochen.
Die sich während der Versuche im Einzugsbereich befindlichen weiteren Säbelschnäbler reagierten auf

die rückgespielten Reize fast ausnahmslos negativ, nur siebenmal wurde eine unentschlossene und viermal eine positive Reaktion protokolliert. Bei diesen positiven Reaktionen liefen dann bis zu vier Säbelschnäbler rufend um die Schallquelle herum. Nach kurzer Zeit (1-3 Minuten) flogen dann zwei bis drei Altvögel weg und es verblieb nur noch ein Tier suchend am Lautsprecher.

b. Reaktion auf 12 - 48 Stunden alte Lautäußerungen der Eigenbrut:

Die Eltern reagierten zu 26.5% positiv, zu 4.5% unentschlossen und zu 69.1% negativ (1oo% = 23o Reaktionsmöglichkeiten). Die positiven Reaktionen teilten sich wie folgt auf: 14.4% erfolgten auf 12-18 Stunden alte Lautäußerungen, die restlichen 12.4% auf 18-3o Stunden alte. Auf über 3o Stunden alte Rufe der Eigenbrut erfolgte keine positive Reaktion mehr, die negativen beherrschten das Bild (es waren hier 61 negative gegenüber 3 unentschlossenen Reaktionen.

c. Reaktion auf die Lautäußerungen von Fremdbruten (Freilandfremdbruten und künstlichen Aufzuchten):

Die Eltern reagierten zu 2.1% positiv, zu 1.1% unentschlossen und zu 96.8% negativ. Auf eine unterschiedliche Bewertung zwischen Freilandfremdbruten und künstlichen Aufzuchten wurde angesichts der überwiegend negativen Reaktionen verzichtet (123 Reaktionsmöglichkeiten auf Laute von künstlichen Aufzuchten, 67 auf Freilandfremdbruten). Während der Versuche liefen die Eltern wie suchend unter lebhaften Lautäußerungen und einigen Huderangeboten im Watt umher, näherten sich auch manchmal der Schallquelle, nahmen aber keine Notiz von dem rückgespielten Reiz. Sie verblieben dort nie eine längere Zeit, sondern liefen meist direkt an dem Lautsprecher vorbei, sodaß diese Reaktion nur als negativ gewertet werden konnte.

2.2.2.2.3 Verhalten von Eltern und Küken nach Versuchsende

Nach Beendigung vieler Versuche wurden die Laut-

äußerungen direkt aus dem Beobachtungszelt geleitet. Das Verhalten hier ist in Kap.2.2.2.2.1 angeführt. Insgesamt 22mal wurden die Küken aus dem Zelt in das Watt gesetzt, ohne daß die Eltern den Feind Mensch wahrhaben konnten. Die Küken liefen dann aufgeregt rufend vom Zelt fort . In 19 Fällen kam einer oder beide Eltern sofort zu dem Küken und führten es in das Watt. Dreimal wurden die rufenden Küken zunächst von den Altvögeln nicht beachtet, später aber dann doch weggeführt (nach 4-12 Minuten). In zwei dieser drei Fälle waren die Küken älter als zehn Tage. Auf rückgespielte Lautäußerungen , die teilweise kurz zuvor nur positive Reaktionen der Eltern auslösten, erfolgte nun keine Reaktion mehr , die akustischen Reize wurden nicht mehr beachtet.

Tab. 9 ERGEBNISSE DER RÜCKSPIELVERSUCHE

rückgespielter Reiz	Reaktion der Eltern auf den Reiz in %			1oo% = n Reaktionsmöglichkeiten
	positiv	unentschlossen	negativ	
Eigenbrut, Lautäußerung nicht älter als 1 h	86.1	2.9	11.1	38o
Eigenbrut, Lautäußerung älter als 12 h	26.5	4.5	69.1	23o
Lautäußerungen von Fremdküken	2.1	1.1	96.8	19o

2.2.2.3 Diskussion und Bewertung

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß Säbelschnäblereltern ihre eigene Brut anhand akustischer Parameter persönlich erkennen können. Auf die rückgespielten Rufe der Eigenbrut erfolgte fast immer eine positive Reaktion durch ein ausgeprägtes Suchverhalten im Einzugsbereich der Schallquelle . Rufe fremder Küken (Freilandfremdbruten und künstliche Aufzuchten) wurden von den Altvögeln fast ausnahmslos negativ bewertet, es erfolgte keine Reaktion auf die rückgespielten Reize. Optische Parameter bei der persönlichen Erkennung fallen wahrscheinlich aus oder sind nur von untergeordneter Bedeutung , da die Möglichkeit

der visuellen Kommunikation während der Versuche nicht gegeben war. Da keine Attrappenversuche mit den Säbelschnäblereltern durchgeführt wurden, kann hier keine Aussage über den möglichen Einfluß optischer Parameter getroffen werden, die die Bedeutung dieser Reizkomponente kombiniert mit der akustischen letztendlich klären könnte.

Die Stimme der Küken scheint sich aufgrund der Versuchsergebnisse mit älteren Lautäußerungen der Eigenbrut zu verändern. Mit zunehmendem Alter der " Tonkonserve" wurden weniger positive Reaktionen der Eltern, die einige Tage zuvor noch Suchverhalten an der Schallquelle des gleichen rückgespielten Rufes zeigten, protokolliert. Nach zwei bis drei Tagen schienen die Eltern nicht mehr in der Lage zu sein, die Rufe ihrer eigenen Küken zu erkennen, nur auf jüngere Lautäußerungen erfolgte dann wieder eine positive Reaktion.Das Verhalten der Versuchsküken am jeweiligen Versuchsende deutet auf ein Erkennen der Eltern an der Stimme hin. Wurden nur wenige Lautäusserungen der adulten Säbelschnäbler beantwortet, so erfolgten doch "Wechselgespräche" zwischen Eltern und Küken, wenn die Versuchssignale direkt aus dem Beobachtungszelt geleitet wurden. Da fast jedesmal, wenn ein Küken auf die Rufe adulter Säbelschnäbler reagierte, eine klare Zuordnung angenommen werden konnte, liegt die Vermutung nahe, daß es sich bei den Rufen, die eine positive Reaktion seitens der Küken auslösten, ebenfalls um die Eltern handelte. Um hier definitive Aussagen treffen zu können, wären Versuche notwendig, in denen alle Versuchstiere (sowohl Eltern als auch Küken) unterschiedliche Markierungsmerkmale tragen (z.B.Gefiederfarbkombinationen , die experimentell den Vögeln aufgetragen werden).

2.2.3 Austauschversuche

2.2.3.1 Methode

Im Rahmen der Freilandversuche wurden die Küken der Eigenbrut durch Küken der künstlichen Aufzuchten sowie Freilandfremdbruten ausgetauscht. Aus einem, in der Nähe aufgebauten Beobachtungszelt wurden die Reaktionen der eingetauschten Küken und die der Eltern gegenüber den Küken protokollarisch festgehalten. Die Küken der Eigenbrut wurden während des gesamten Versuches unter dem Pulli des Beobachters gewärmt. Bei eintauschten Freilandfremdbruten wurde darauf geachtet , daß die Versuchseltern die eingetauschten Küken nicht kennen konnten, bzw.die Wahrscheinlichkeit hierzu sehr gering war (so wurden z. B. keine Gelegenachbarn oder Reviernachbarn eingetauscht, die Aufenthaltsgebiete der Versuchstiere und die der Eltern der Austauschküken lagen räumlich weit auseinander.
Es wurden insgesamt 13 Austauschversuche durchgeführt, die sich wie folgt aufteilten: achtmal wurden Freilandfremdbruten und fünfmal künstliche Aufzuchten eingetauscht.

2.2.3.2 Ergebnisse

2.2.3.2.1 Reaktionen der eingetauschten Küken

a. Freilandfremdbruten: In den acht durchgeführten Versuchen ergab sich immer das gleiche Bild. Die eingetauschten Küken flüchteten direkt nach dem Aussetzen einige Meter um sich dann zu ducken und die nächste Zeit bewegungslos zu verharren. Nachdem die Altvögel sich beruhigt hatten und nach ihrer Brut suchten, begannen auch die eingetauschten Küken sich zu bewegen . Sie liefen unter aufgeregten Lautäußerungen im Watt umher, es hatte den Anschein, als suchten sie ihre Eltern. Auf die Lockrufe der fremden Altvögel erfolgte keine Reaktion, nur durch Zufall näherten sich die Küken den"Eltern"oder liefen in ihre Richtung. In diesen Fällen (dreimal) rannten die Küken an den "Eltern" vorbei oder wurden von ihnen vertrieben. Alle Küken, die eingetauscht wurden, hatten etwa dasselbe Alter wie die eigene Brut (maximal 1o Tage alt). In einem der Versuche waren die Küken ca. 15-17 Tage alt. Dieser Versuch mußte abgebrochen werden, da sich das Küken nicht mehr duck-

te , sondern vielmehr aus dem Beobachtungsfeld zu laufen drohte. Es wurde wieder in den Einzugsbereich der eigenen Eltern gesetzt und fand sofort wieder Anschluß an die Familie.

b. Künstliche Aufzuchten: In den fünf durchgeführten Versuchen betrugen sich die künstlichen Aufzuchten nicht anders als die Freilandfremdbruten, sie waren nur nicht so beweglich und blieben mehr auf der Stelle hocken. Auf die Lockrufe der Altvögel und deren Huderangebote, die ungerichtet während des Lokkens vorgetragen wurden , erfolgte durch die Küken keine Reaktion.

c. Eigenbrut : Nach Beendigung der Versuche wurden die eigenen Küken wieder in den Einzugsbereich der Eltern gebracht. Sie zeigten dort dasselbe Verhalten wie die zuvor eingetauschten und duckten sich. Nach etwa 5-1o Minuten hatten sich die Altvögel wieder beruhigt und begannen ihre Küken durch Huderangebote und Lockrufe zu locken. Im Gegensatz zu den eingetauschten Küken erfolgte hierauf seitens der Küken sofort eine positive Reaktion, die Küken liefen gerichtet auf ihre Eltern zu und verblieben in deren Nähe. Genauso verhielten sich auch die eingetauschten Küken nach Beendigung des Versuches, auch sie reagierten sofort auf die Lautäußerungen ihrer Eltern und liefen zu ihnen.

2.2.3.2.2 Reaktionen der Eltern

Bedingt durch die Störung reagierten die Altvögel zu Versuchsbeginn mit aufgeregten Warnrufen, sie umflogen den Beobachter. Nach etwa 5-1o Minuten erfolgte eine Beruhigung , die Eltern begannen ihre Brut zu suchen. Unter Lockrufen und häufigen ungerichteten Huderangeboten liefen sie im Watt umher. Auf die Lautäußerungen der eingetauschten Küken - egal ob Freilandfremdbrut oder künstliche Aufzuchten - erfolgte keine Reaktion . In einem Fall näherte sich ein Freilandfremdküken zu dicht einem Altvogel, der es dann mit Schnabelhieben vertrieb . Wurden hingegen

am Versuchsende die eigenen Küken wieder in das Watt gesetzt, so reagierten die Eltern nach der Beruhigungsphase sofort positiv auf die vom Küken geäußerten Rufe. Sie liefen in Richtung Küken, lockten es mit Rufen und Huderangeboten erfolgreich.

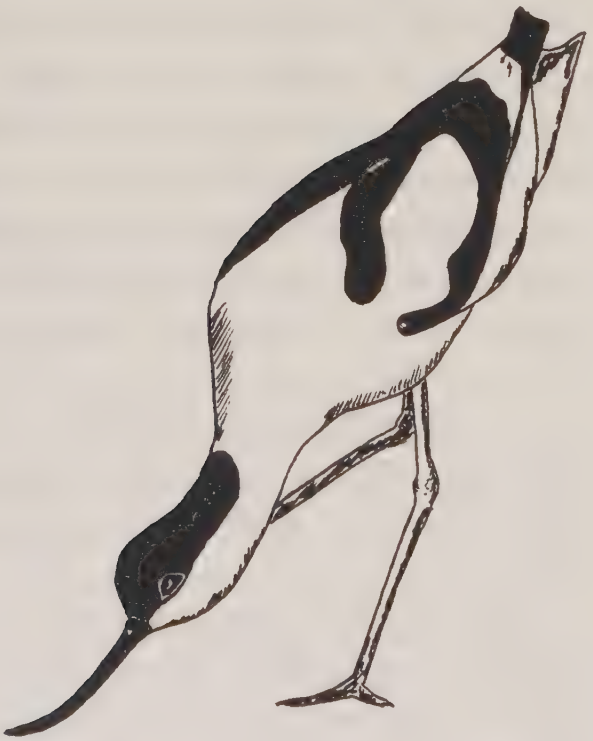
2.2.3.3 Diskussion und Bewertung

Durch die Ergebnisse der Austauschversuche wird die Vermutung bestärkt, daß Säbelschnäbler ihre Brut persönlich zu erkennen in der Lage sind. Auch die Küken vermögen ihre Eltern von anderen adulten Säbelschnäblern zu unterscheiden. Die Parameter, die zu diesem Erkennen führen, sind durch die Austauschversuche nicht genau festzulegen . Da sowohl optische als auch akustische Signale gleichzeitig bei diesen Versuchen auftreten, kann hier nur die Kombinationswirkung ausgewertet werden. Bezieht man die Ergebnisse der Rückspielversuche (Kap.2.2.2) mit ein, dürfte die akustische Komponente für die Erkennung von Eltern, bzw. der Eigenbrut die "einflußreichere" sein.

Die Küken dürften ihre Eltern fast ausschließlich an akustischen Signalen erkennen. Meist waren nach den Versuchen mehr als vier adulte Säbelschnäbler in Sichtweite der Küken und nicht immer war der Säbelschnäbler, der sich dem Küken am nähesten befand, eines der Elternteile. Trotz dieser nahen optischen Attraktion reagierten die Küken immer auf die Signale der Eltern und wurden durch Lockrufe zu den Eltern geleitet. Die Lautäußerungen der Küken riefen bei den Eltern auch immer eine positive Reaktion hervor , nicht aber auf die sich in der Nähe befindlichen anderen adulten Säbelschnäblern. Akustische Signale von fremden Küken riefen keine Reaktion der Eltern hervor, die Küken wurden nicht beachtet. Ihrerseits reagierten die ausgetauschten Küken auch nicht auf die Lockrufe der ihnen unbekannten adulten Säbelschnäblern.

Um den Einfluß der optischen Komponente, sowie den von Bewegungsreizen (individuelle Art der Bewegung)

genau festlegen zu können, wären Attrappen-Wahlversuche im Freiland mit adulten Säbelschnäblern, den man ihre Brut weggenommen hat, notwendig. Diese Attrappen müßten dann den entnommenen Küken entsprechen, also die gleiche Größe, Färbung und nach Möglichkeit dieselbe Art der Bewegung haben. Für die vorliegende Untersuchung war der technische Aufwand, den die Herstellung solcher Attrappen erfordert hätte, zu groß. Die verwendeten "Attrappen" (Freilandfremdbruten und Küken aus der künstlichen Aufzucht) zeigten aber, daß die Kombination der von den Küken ausgehenden Signalen für die Eltern ausreichend sind, um ihre Brut persönlich zu erkennen.



3 LAUTENTWICKLUNG DER KÜKEN

3.1 Methode

a. Künstliche Aufzuchten : Es wurden täglich Lautäußerungen der künstlichen Aufzuchten auf Tonband aufgenommen . Während der Aufnahmen bot sich dem jeweiligen Küken immer die gleiche Situation: es befand sich für die Dauer der Aufnahme isoliert von den anderen Küken in einem ca. 5o x 5o cm großen Kasten, in dem sich auch Futter befand. Die Isolierung war rein optischer Art, eine akustische Isolation zu den übrigen Küken war nicht gegeben . Mit den Aufnahmen wurde erst begonnen , wenn sich die Küken in dem Aufnahmekasten beruhigt hatten (ca. 3-7 Minuten). Normalerweise konnten pro Küken und Lebenstag genügend Lautäußerungen aufgenommen werden , an einigen Tagen aber waren einige Küken derart schweigsam, daß sie im Versuch keinen einzigen Ruf äußerten. Bedingt durch die gleichzeitig im Freiland laufenden Versuche sowie der Nahrungsbeschaffung für die künstlichen Aufzuchten, konnten die Aufnahmen nur in der Zeit zwischen 21^{00} und 1^{00} Uhr gemacht werden.
b. Freilandbruten : Es wurde auch hier der Versuch unternommen , täglich die Lautäußerungen der Küken aufzunehmen . Das Tonmaterial ist aber hier beiweitem nicht vollständig, da es manchmal nicht möglich war, die Versuchsküken im Watt zu finden . Die farbliche Markierung einiger Küken zeigte bei dem Wiederfinden nur bedingt Erfolg . Auf die Warnung der Eltern ducken sich die Säbelschnäblerküken des NSG vorzugsweise unter der Abbruchkante . Da in vielen Bereichen des NSG diese bis zu o.5 m tief unter das Ufer reicht, waren sie in vielen Fällen unauffindbar versteckt. Bei Regen oder kalter Witterung konnte eine Suche zudem nicht langanhaltend durchgeführt werden, da dann nicht nur für die Küken der Säbelschnäbler, sondern für die aller Brutvogelarten die Gefahr einer Unterkühlung zu groß erschien . Das hier gesammelte Tonmaterial wurde in der Zeit zwischen 4^{00} und 16^{00} Uhr registriert, die Küken befanden sich dabei ebenfalls in dem unter 3.1.a. beschriebenen Kasten.
c. Auswertung : Die Lautäußerungen wurden nach der im Kap. 1.4 beschriebenen Methode in Frequenzanalysen und Oszillogramme umgesetzt . Nach Möglichkeit wurden pro Küken und Lebenstag zehn Rufe ausgewertet . Als Vergleichskriterien für die Auswertung boten sich an:

1. das absolute Frequenzmaximum eines Rufes,
2. die im Ruf auftretenden Nebenmaxima,
3. die Frequenzspanne eines Rufes,
4. der optische Aufbau der Frequenzanalysen,
5. die Rufdauer,
6. die zeitliche Differenz vom Rufanfang bis zu der höchsten Amplitude eines Oszillogrammes und
7. der Rufaufbau.

Abb. 5 zeigt exemplarisch die Punkte 1-4 , Abb. 6 die Punkte 5-7.
Alle Lautäußerungen wurden als Gesamtheit (= die Summe der ausgewerteten Lautäußerungen pro Küken) miteinander verglichen. Darüber hinaus erfolgte eine Aufteilung in Altersbereiche, wobei ein Altersbereich drei Lebenstage eines Kükens umfaßte. Signifikante Unterschiede wurden nach dem Student-t-Test er-

mittelt, wobei die Nullhypothese zugrunde gelegt wurde:

$$H_o \quad : \quad u_1 - u_2 = d \; ;$$

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - d}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \; \sqrt{x_i^2 - n_1 x^2 + y_i^2 - n_2 y^2}} \; ,$$

wobei: n_1 = die Anzahl der ausgewerteten x-Werte $\{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$,

n_2 = die Anzahl der ausgewerteten y-Werte $\{y_1, y_2, \ldots, y_n\}$,

t = die Kenngröße ist

(HEWLETT PACKARD 198o; WEBER 198o; CAMPBELL 1967). Die Mittelwerte $\bar{x}$ und $\bar{y}$ wurden gebildet durch:

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i \quad \text{und} \quad \bar{y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} y_i \; .$$

Die Frequenzspanne der Lautäußerungen pro Küken und Altersbereich (Mittelwerte) wurde nach dem Testverfahren von KRUSKALL und WALLIS auf Signifikanz geprüft (WEBER 198o; HEWLETT PACKARD o.J.ang.). Hierbei wurde geprüft, ob die unabhängigen Stichproben aus derselben Grundgesamtheit stammten, es wurde auch hier die Nullhypothese zugrunde gelegt:

$$H = \frac{12}{n\,(n+1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{R_i^2}{n_i} - 3\,(n+1) \; ,$$

wobei: R_i = die Rangzahlen,

n = die größte Rangzahl,

k = die Summe der unabhängigen Stichproben und

H = die Kennziffer darstellt/darstellen.

Da in den vorliegenden Fällen $k > 3$ sowie $n_i > 5$ war, konnte die χ^2-Verteilung zugrunde gelegt werden.

A absolutes Frequenzmaximum (hier: 2.45 kHz)

B Frequenz-Nebenmaxima (hier: 2.05, 3.8, 4.35, 5.1 kHz)

C untere Grenze der Frequenzspanne (hier: 1.25 kHz)

D obere Grenze der Frequenzspanne (hier: 6.9 kHz)

CD Frequenzspanne (hier: D - C = = 6.9 - 1.25 = 5.65 kHz)

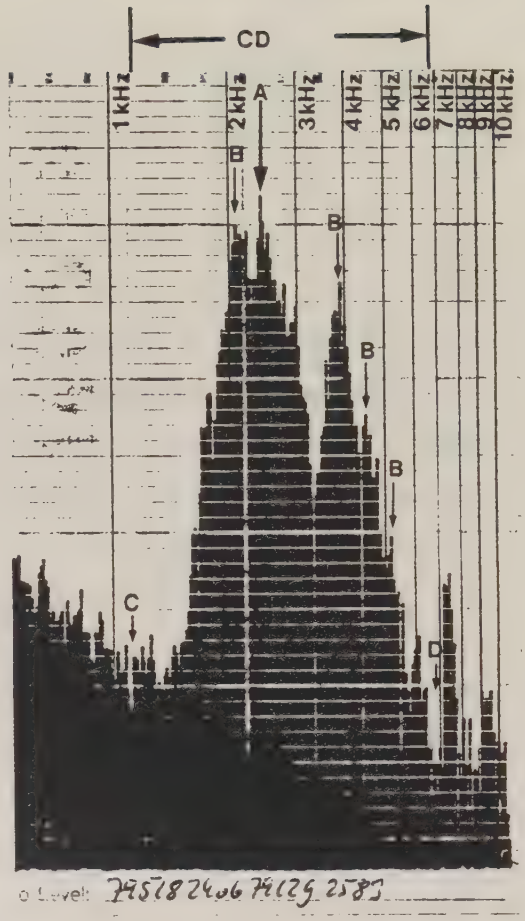


ABB. 5 Frequenzanalyse eines Rufes eines Kükens der künstlichen Aufzuchten (exemplarisches Beispiel)

a Rufdauer in msec

b zeitliche Länge vom Rufanfang bis zu der höchsten Amplitude

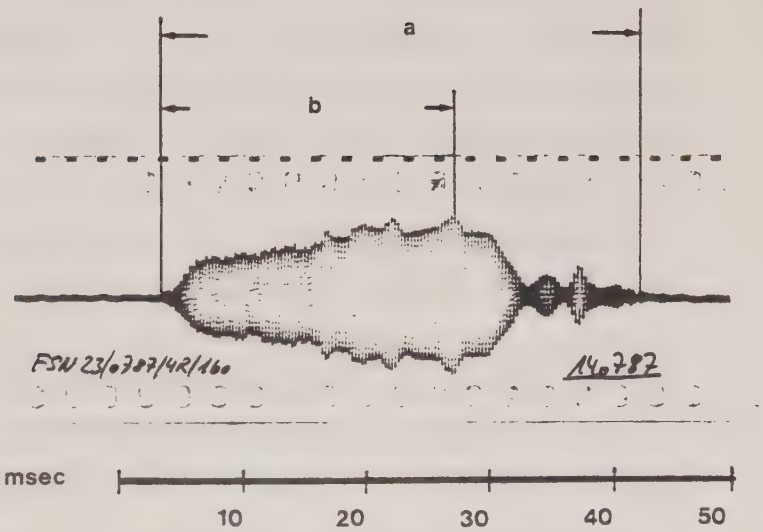


ABB. 6 Oszillogramm eines Rufes eines Kükens der künstlichen Aufzuchten (exemplarisches Beispiel)

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Frequenzanalytischer Teil

3.2.1.1 Frequenzmaxima der Lautäußerungen

Die in den ausgewerteten Lautäußerungen auftretenden Frequenzmaxima wurden in a. absolute und b. Nebenmaxima unterteilt. Als absolutes Maximum wurde in der Regel der größte überprüfte Pique einer Frequenzanalyse gewertet (Abb. 5: A), die weiteren, dem Ruf zuzuordnenden Piques bildeten die Nebenmaxima (Abb. 5: B). Bei einigen Rufen wurde mehr als ein absolutes Maximum protokolliert, hier wurden alle gleichrangig bewertet. Rufe mit mehreren absoluten Maxima wurden sporadisch bei allen Küken festgestellt, ab einem Alter von 16 Tagen traten sie nicht mehr auf.

Die Gesamtheit der absoluten Maxima pro Küken wurde gegen die der anderen Küken auf signifikante Unterschiede geprüft (vgl.Kap. 3.1). Dabei ergaben sich 78 Vergleichsmöglichkeiten. Bei 15 dieser Möglichkeiten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, die restlichen 63 Möglichkeiten zeigten signifikante Unterschiede (Irrtumswahrscheinlichkeit α =o.oo1-o.12). Die Geschwisterpaare (Küken 1o und 16 sowie Küken 32 und 34) zeigten signifikante Unterschiede. Von den fünf Küken der Freilandbruten unterscheidet sich lediglich Küken 7 signifikant von den anderen, Küken 3, 4, 5 und 6 zeigen bis zu einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 25% keine Unterschiede. Die signifikanten Unterschiede der einzelnen Küken gegeneinander sind in der Tab. 1o aufgezeigt.
Der Vergleich der Altersbereiche zeigt keine Auffälligkeiten bezüglich der Mittelwerte der absoluten Maxima. Lediglich Küken 16 hat gegenüber den anderen Küken meist höhere Mittelwerte. Mit zunehmendem Alter zeigen die Küken 32, 34 und 43 eine Frequenzerniedrigung ($\bar{x}$ des abs.Max.). Diese Mittelwerte spiegelt Tab. 11 wider.
Die festgestellten absoluten Maxima liegen fast ausnahmslos in den Frequenzbereichen 275o-3249 Hz sowie

Tab. 1o Absolutes Frequenzmaximum, signifikante Unterschiede zwischen den Küken (Vergleich der Mittelwerte nach dem Student - t - Test; sämtliche ausgewerteten Rufe aller Altersbereiche)

Küken / Küken	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
3	X	-4	-2	-4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
4	-4	X	-1	-4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
5	-2	-2	X	-2	+1	+1	+3	+1	+1	+3	+1	+1	+1
6	-4	-4	-2	X	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
7	+1	+1	+1	+1	X	+1	+1	+3	-4	+1	-3	-2	-4
1o	+1	+1	+1	+1	+1	X	+1	-4	+1	+1	+1	+1	+1
12	+1	+1	+3	+1	+1	+1	X	+1	+1	-4	+1	+1	+1
13	+1	+1	+1	+1	+3	-4	+1	X	+1	+1	+1	+1	+1
14	+1	+1	+1	+1	-4	+1	+1	+1	X	+1	-4	+1	-4
16	+1	+1	+3	+1	+1	+1	-4	+1	+1	X	+1	+1	+1
32	+1	+1	+1	+1	-3	+1	+1	+1	-4	+1	X	+1	-4
34	+1	+1	+1	+1	-2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	X	+1
43	+1	+1	+1	+1	-4	+1	+1	+1	-4	+1	-4	+1	X

SIGNIFIKANZ

Irrtumswahrscheinlichkeit

+1	α = o.oo1
+2	α = o.oo2
+3	α = o.o1o
+4	α = o.o2o
-1	α = o.o5o
-2	α = o.1oo
-3	α = o.25o
-4	$\alpha \geq$ o.5oo

375o - 4249 Hz , wobei die Küken 32, 34 und 43 eine Häufung in dem ersteren, die restlichen Küken eine in dem letzteren Bereich zeigen (Abb. 7 - 19).

Die Summe aller Frequenzmaxima pro Altersbereich und Küken ist in den Abb. 7 - 19 widergegeben. Die Verteilung der Nebenmaxima der künstlichen Aufzuchten unterscheidet sich von der der Freilandbruten. Bei den künstlichen Aufzuchten (Abb. 7 - 14) erstrecken sich die Nebenmaxima über weit mehr - meist höherfrequentige - Frequenzbereiche als bei den Freilandbruten (Abb. 15 - 19).

Die Verteilung der Maxima sowie den "optischen Aufbau" der Frequenzanalysen zeigen die Abb. 45 - 57 ; hier sind zum Vergleich Frequenzanalysen von Altvögeln beigefügt.

Von den Küken 32 , 34 und 43 wurde die Signifikanz pro Altersbereich überprüft (Tab. 12). Hier zeigen sich erstaunlicherweise mehr signifikante Unterschie-

Tab. 11 Absolutes Frequenzmaximum, Mittelwerte der Kükensignale (pro Altersbereich und Lebenstag)

Lebenstag, Altersbereich	KÜKEN												
	Freilandbruten					Künstliche Aufzuchten							
	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	4
o1						†	4235	†	3205	4055	†	†	†
o2						3695	4030	3305	3405	3760	†	4220	378
o3						3940	4035	3835	2535	3460	†	†	372
AB 1	†	†	377o	399o	216o	381o	41oo	357o	3o5o	3795	†	(422o)	375
o4						3850	3425	4090	3660	4300	†	3820	391
o5						3865	3955	3360	3885	4210	3075	3355	305
o6						3740	3520	3950	3960	3840	3165	3540	249
AB 2	3855	4o4o	385o	3855	†	381o	3835	371o	3895	4o95	312o	357o	315
o7						3280	3425	†	3440	4215	3370	2850	380
o8						3915	3955	3360	3390	3875	†	2610	339
o9						3930	3910	3485	3545	3765	3730	3045	308
AB 3	†	379o	3845	42oo	†	37o5	3745	342o	366o	3955	355o	2835	342
1o						3750	¤	3675	¤	3755	3785	2860	390
11						3570	¤	3420	¤	3750	3740	2365	317
12						3540	¤	3430	¤	3850	3680	3750	387
AB 4	383o	4385	4ooo	†	†	362o	¤	351o	¤	3785	3735	299o	365
13						3020	¤	3415	¤	3895	3655	3225	325
14						3360	¤	3575	¤	4165	†	3520	337
15						3425	¤	†	¤	4200	3510	2590	315
AB 5	†	◇	◇	◇	3665	332o	¤	3495	¤	4o85	358o	3o45	326
16						3640	¤	3745	¤	3960	3205	3355	338
17						3480	¤	3790	¤	¤	3755	2850	326
18						3645	¤	3995	¤	¤	3580	3140	307
AB 6	†	◇	◇	◇	†	358o	¤	3845	¤	(369o)	3515	3115	323
19						¤	¤	3700	¤	¤	†	2865	369
2o						¤	¤	¤	¤	¤	3425	3505	368
21						¤	¤	¤	¤	¤	3390	2890	377
AB 7	4215	◇	◇	◇	†	¤	¤	(37oo)	¤	¤	34o5	3o85	371
22						¤	¤	¤	¤	¤	3300	3300	353
23						¤	¤	¤	¤	¤	3400	3500	341
24						¤	¤	¤	¤	¤	3100	3360	336
AB 8	◇	◇	◇	◇	†	¤	¤	¤	¤	¤	3255	3385	343
25						¤	¤	¤	¤	¤	3160	3300	348
26						¤	¤	¤	¤	¤	3350	3290	340
27						¤	¤	¤	¤	¤	3360	3250	332
AB 9	◇	◇	◇	◇	3415	¤	¤	¤	¤	¤	329o	328o	34o
28						¤	¤	¤	¤	¤	3180	3050	320
29						¤	¤	¤	¤	¤	3300	3320	346
3o						¤	¤	¤	¤	¤	†	3160	321
AB1o	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	324o	3175	329
31						¤	¤	¤	¤	¤	3320	3215	¤
32						¤	¤	¤	¤	¤	3490	¤	¤
33						¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
AB 11	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	34o5	(3215)	¤

Legende: s. folgende Seite

Legende zu Tab. 11 :

† keine Lautäußerungen erfaßt

¤ Küken gestorben

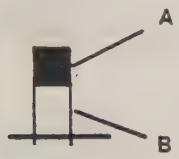
◊ Freilandküken nicht mehr auffindbar

(xyz) Mittelwert beruht nur auf einen erfaßten Lebenstag

AB n Altersbereich

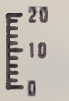
LEGENDE zu ABB. 7 - 19

Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima der Küken (pro Alters- und Frequenzbereich)



A: Summe der absoluten Frequenzmaxima pro Altersbereic

B: Summe der Nebenmaxima pro Altersbereich



Häufigkeit

ALTERSBEREICHE :

1 : o1.-o3. Lebenstag
2 : o4.-o6. Lebenstag
3 : o7.-o9. Lebenstag
4 : 1o.-12. Lebenstag
5 : 13.-15. Lebenstag
6 : 16.-18. Lebenstag
7 : 19.-21. Lebenstag
8 : 22.-24. Lebenstag
9 : 25.-27. Lebenstag
10 : 28.-3o. Lebenstag
11 : 31.-33. Lebenstag

FREQUENZBEREICHE :

1 : o75o - 1249 Hz
2 : 125o - 1749 Hz
3 : 175o - 2249 Hz
4 : 225o - 2749 Hz
5 : 275o - 3249 Hz
6 : 325o - 3749 Hz
7 : 375o - 4249 Hz
8 : 425o - 4749 Hz
9 : 475o - 5249 Hz
10 : 525o - 5749 Hz
11 : 575o - 6249 Hz
12 : 625o - 6749 Hz
13 : 675o - 7249 Hz
14 : 725o - 7749 Hz
15 : 775o - 8249 Hz
16 : über 825o Hz

ABB. 7 : Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 32 (pro Alters- und Frequenzbereich)

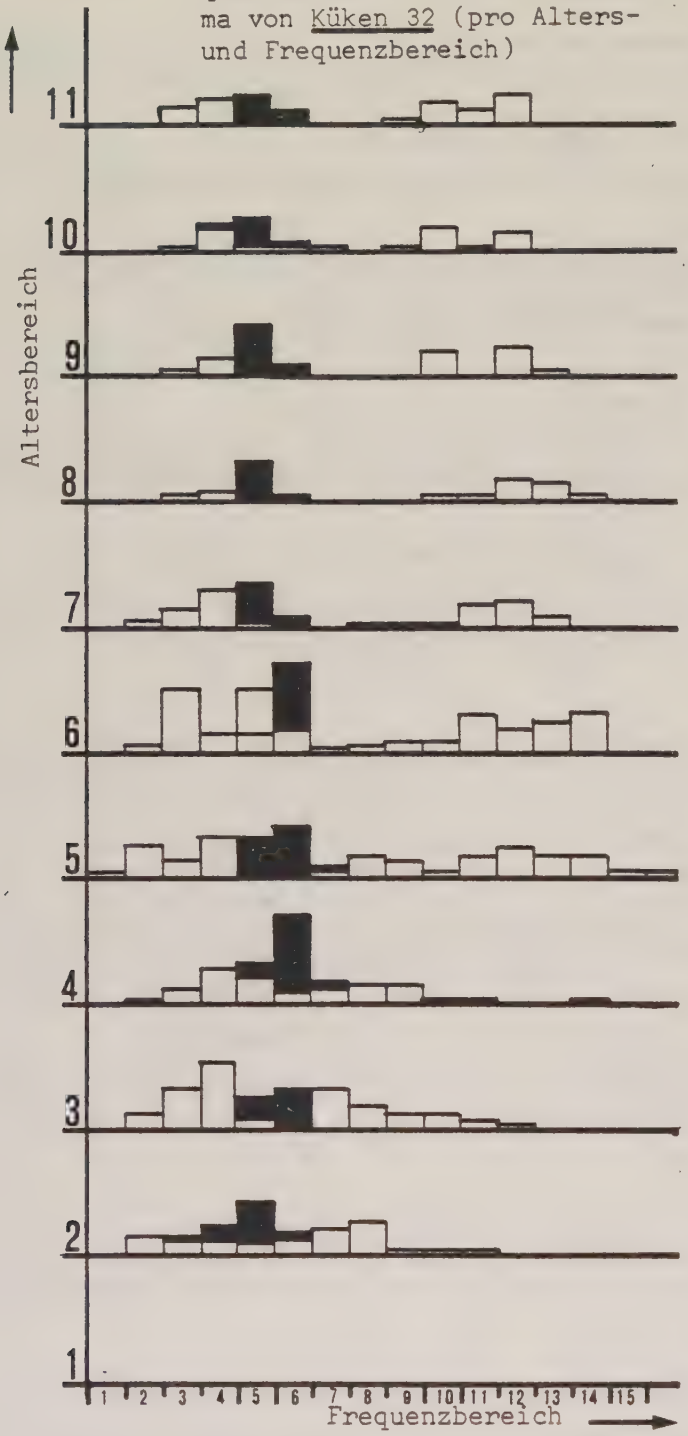


ABB. 8 : Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 34 (pro Alters- und Frequenzbereich)

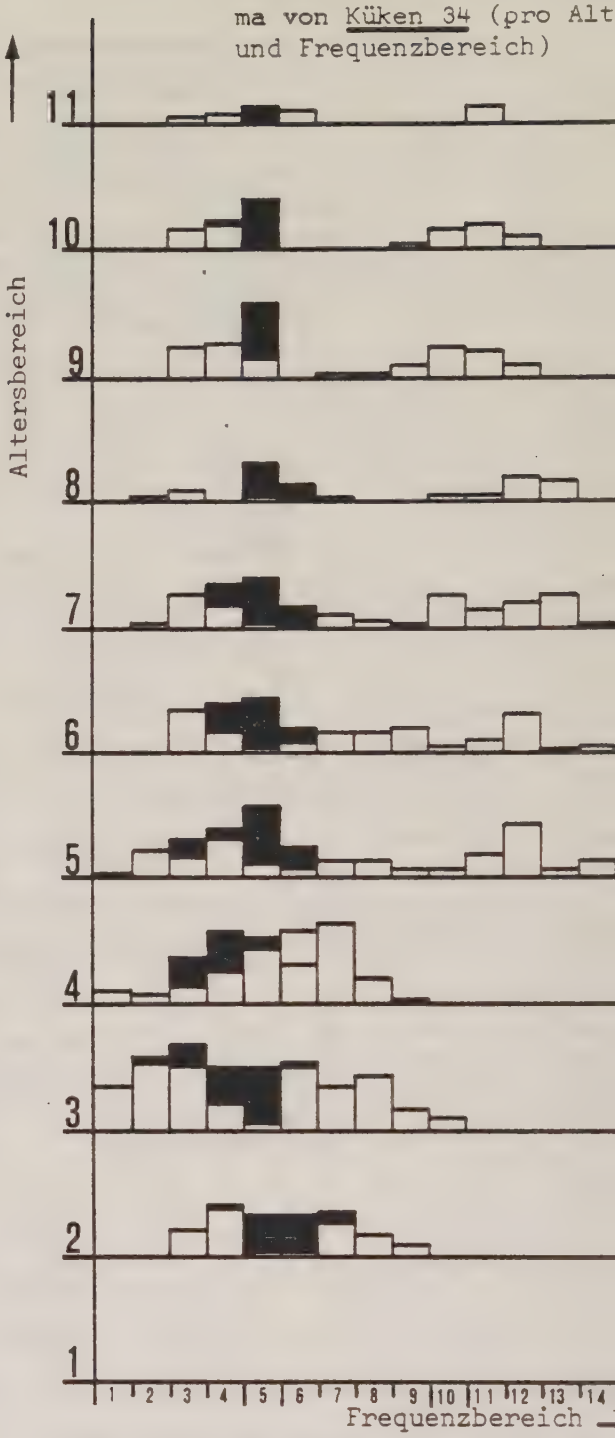


ABB. 9 : Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 12 (pro Alters- und Frequenzbereich)

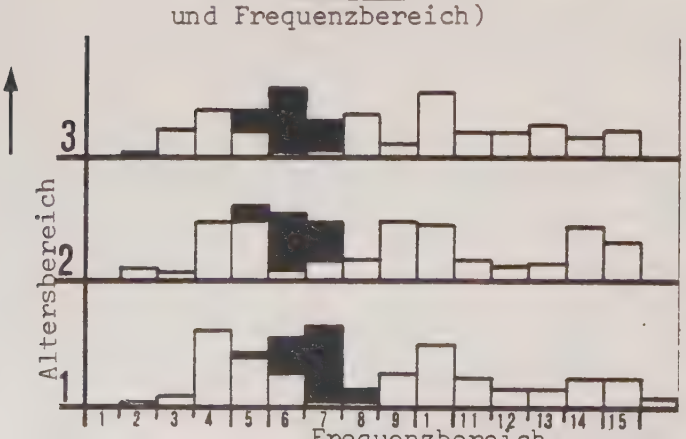


ABB. 1o: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 14 (pro Alters- und Frequenzbereich)

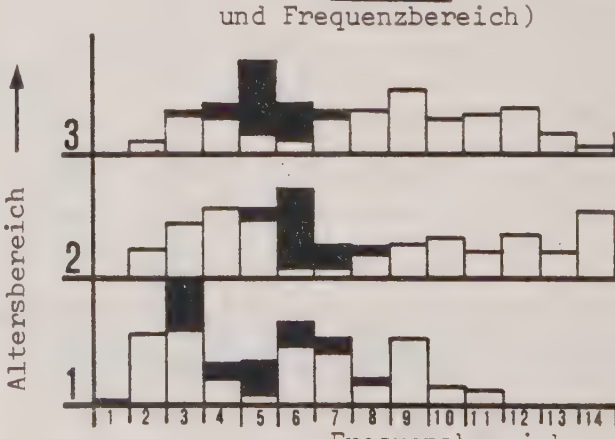
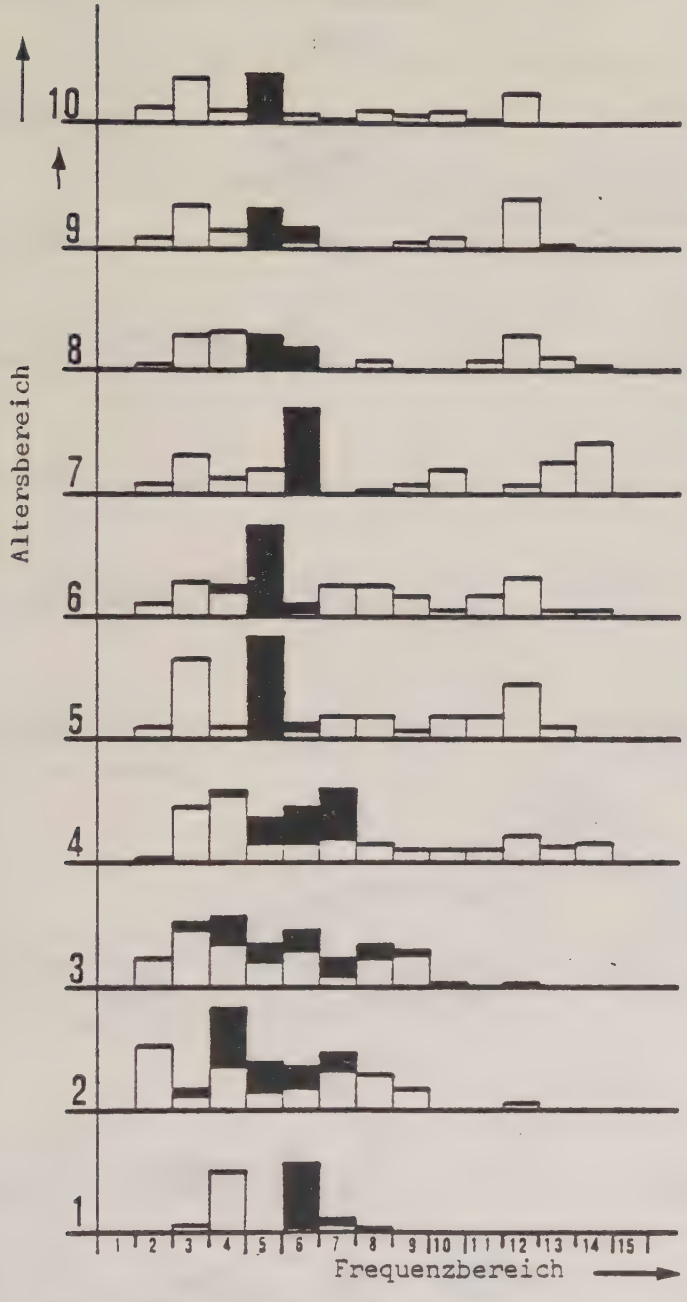


ABB. 11: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 43 (pro Alters- und Frequenzbereich)



LEGENDE zu ABB. 7 - 19 s. p 51

ABB. 12: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 1o (pro Alters- und Frequenzbereich)

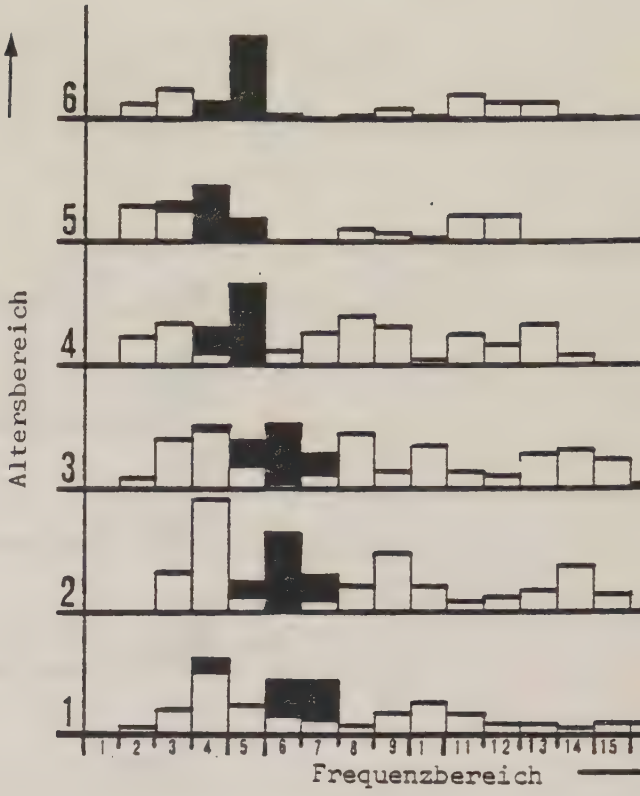


ABB. 13: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 13 (pro Alters- und Frequenzbereich)

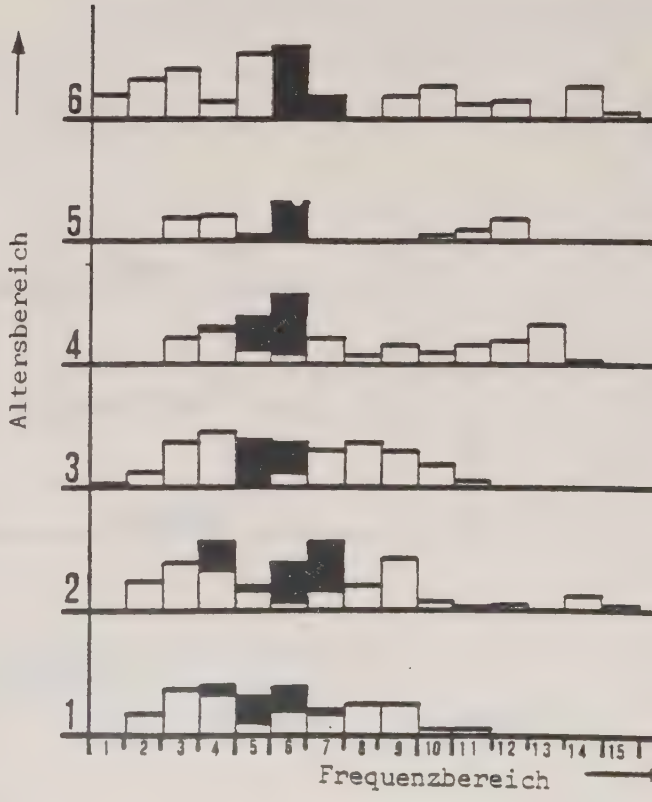


ABB. 14: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 16 (pro Alters- und Frequenzbereich)

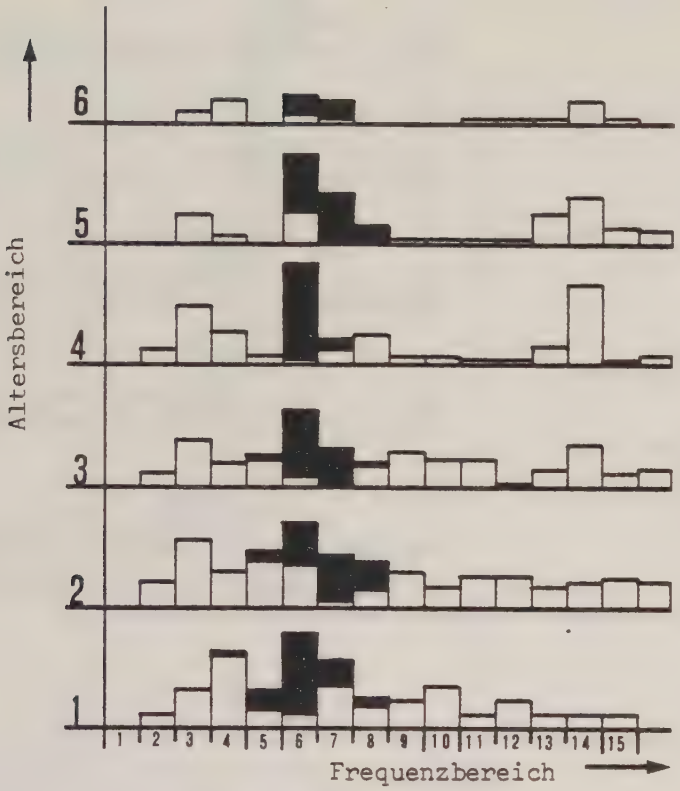
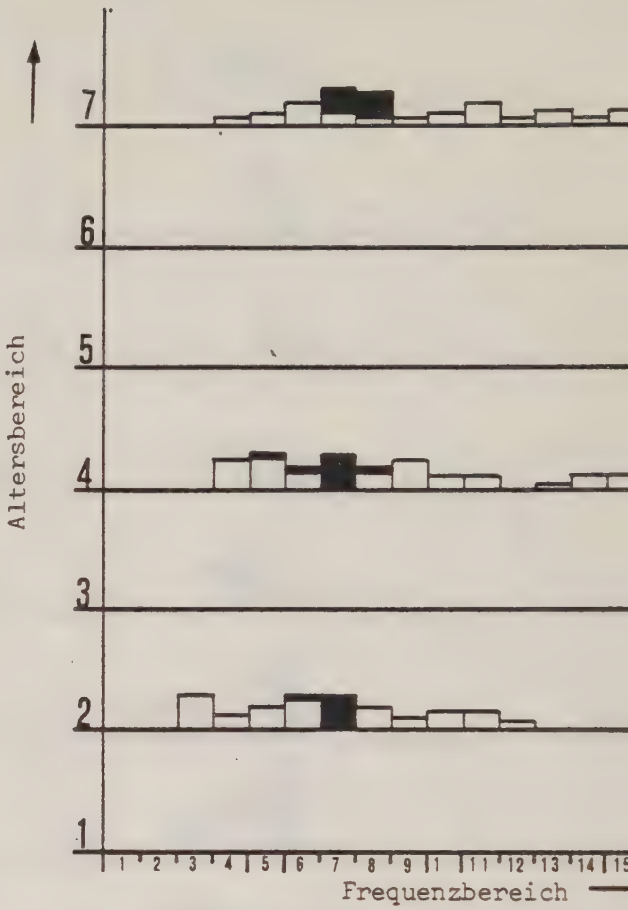


ABB. 15: Häufigkeit der absoluten Fre
quenzmaxima und der Nebenma
ma von Küken 3 (pro Alters-
und Frequenzbereich)



LEGENDE zu ABB. 7 - 19 s. p.

ABB. 16: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 4 (pro Alters- und Frequenzbereich)

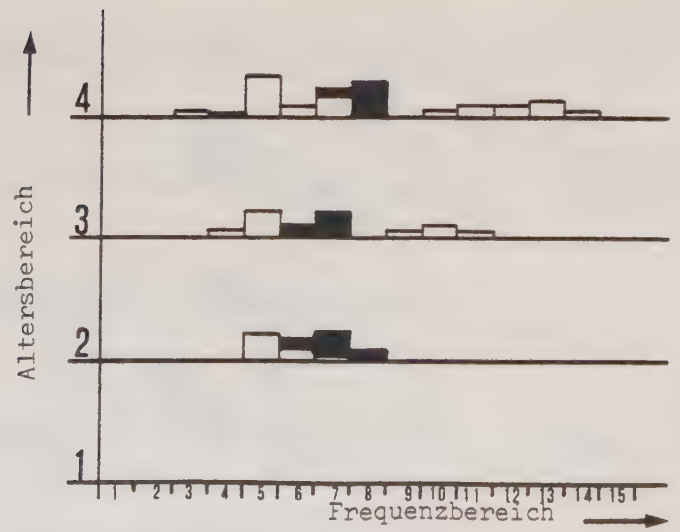


ABB. 17: Häufigkeit der absoluten Fr
quenzmaxima und der Nebenma
ma von Küken 5 (pro Alters-
und Frequenzbereich)

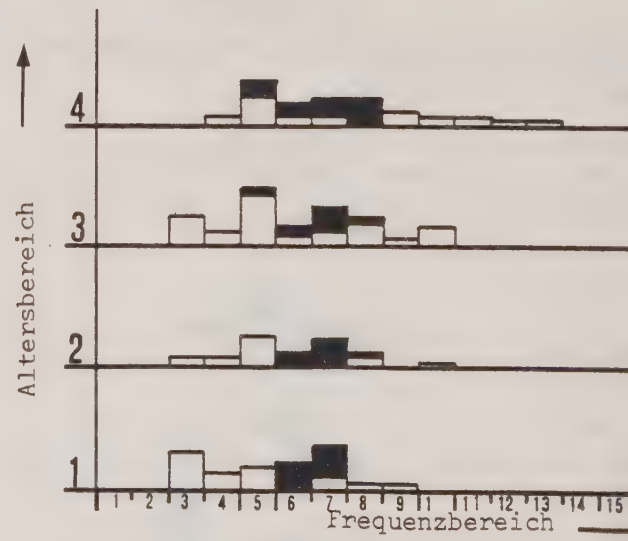


ABB. 18: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 6 (pro Alters- und Frequenzbereich)

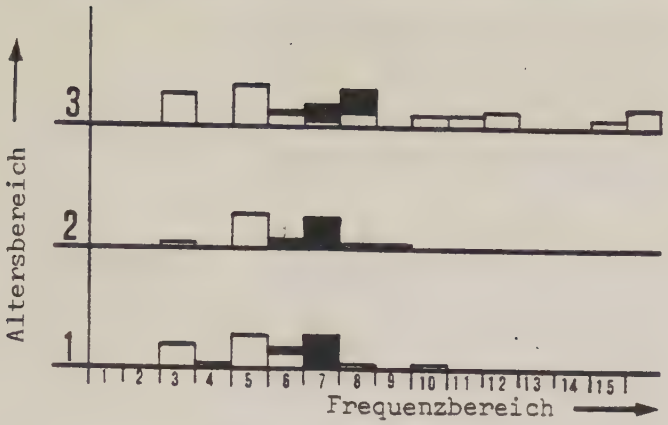
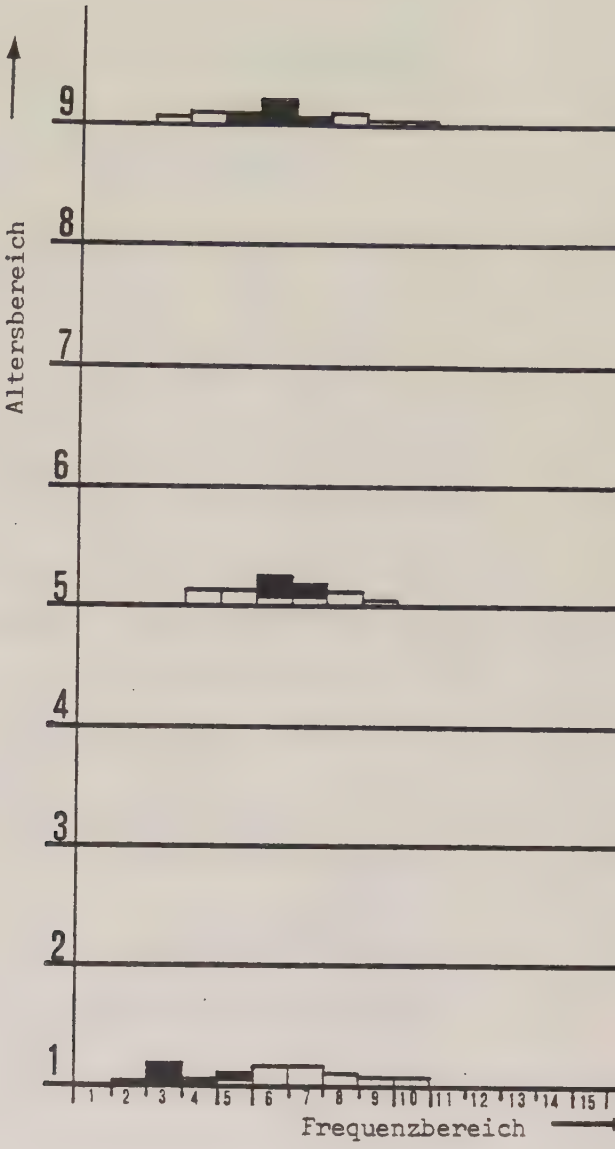


ABB. 19: Häufigkeit der absoluten Frequenzmaxima und der Nebenmaxima von Küken 7 (pro Alters- und Frequenzbereich)



Tab. 12 Absolutes Frequenzmaximum, signifikante Unterschiede zwischen den Küken 32, 34 und 43 pro Altersbereich (Vergleich der Mittelwerte nach dem Students-t-Test)

Küken = Küken / Altersbereich	32 = 34	32 = 43	34 = 43
1	./.	./.	./.
2	$+^{1}$	$-^{4}$	$-^{4}$
3	$+^{1}$	$-^{4}$	$+^{1}$
4	$+^{1}$	$-^{4}$	$+^{1}$
5	$+^{1}$	$+^{1}$	$-^{2}$
6	$+^{1}$	$+^{1}$	$-^{3}$
7	$+^{3}$	$+^{1}$	$+^{1}$
8	$-^{1}$	$-^{1}$	$-^{4}$
9	$-^{4}$	$+^{4}$	$+^{1}$
1o	$-^{3}$	$-^{4}$	$+^{3}$

SIGNIFIKANZ

Irrtumswahrscheinlichke

$+^{1}$ α = 0.001
$+^{2}$ α = 0.002
$+^{3}$ α = 0.01o
$+^{4}$ α = 0.02o
$-^{1}$ α = 0.05o
$-^{2}$ α = 0.1oo
$-^{3}$ α = 0.25o
$-^{4}$ α = 0.5oo

Tab. 13 Absolutes Frequenzmaximum, signifikante Unterschiede zwischen den Altersbereichen des Kükens (Vergleich der Mittelwerte nach dem Students-t-Test)

Küken / Altersbereich / Altersbereich	1o	12	13	14	16	32	34	43
1-2	$-^{4}$	$+^{4}$	$-^{4}$	$+^{1}$	$+^{2}$	/	/	$+^{1}$
2-3	$-^{4}$	$-^{3}$	$-^{3}$	$+^{1}$	$-^{2}$	$+^{1}$	$+^{1}$	$-^{1}$
3-4	$-^{4}$	¤	$-^{2}$	¤	$-^{1}$	$+^{4}$	$-^{3}$	$-^{3}$
4-5	$+^{1}$	¤	$-^{4}$	¤	$+^{1}$	$-^{1}$	$-^{3}$	$+^{1}$
5-6	$+^{1}$	¤	$+^{1}$	¤	¤	$-^{4}$	$-^{4}$	$-^{4}$
6-7	¤	¤	¤	¤	¤	$-^{4}$	$-^{4}$	$+^{1}$
7-8	¤	¤	¤	¤	¤	$-^{1}$	$+^{3}$	$+^{1}$
8-9	¤	¤	¤	¤	¤	$-^{4}$	$-^{1}$	$-^{4}$
9-1o	¤	¤	¤	¤	¤	$-^{4}$	$+^{1}$	$+^{4}$
1o-11	¤	¤	¤	¤	¤	$+^{4}$	¤	¤

Legende vgl. Tab. 12

de der absoluten Maxima pro Altersbereich zwischen den beiden Geschwistern (Küken 32 und 34) als zwischen den "Nicht-Geschwistern". In den Altersbereichen 2 -7 zeigen die Geschwister hohe signifikante Unterschiede, die in den darauffolgenden Altersbereichen entfallen (8 - 1o). Die beiden anderen Vergleichsmöglichkeiten ergeben kein so klares Bild.

Beim Vergleich der aufeinanderfolgenden Altersbereiche pro Küken gegeneinander fällt auf, daß signifikante Unterschiede meist in den ersten und den letzten Lebenstagen auftreten , in der dazwischen liegenden Lebensspanne hingegen keine Signifikanz feststellbar ist, hier scheinen alle ausgewerteten Maxima aus derselben Grundgesamtheit zu stammen und die Nullhypothese ist bestätigt. Bei diesem Vergleich fällt das Küken 43 aus dem Rahmen, hier wechseln hohe Signifikanzen und nicht feststellbare Unterschiede zwischen den einzelnen Altersbereichen (Tab. 13).

3.2.1.2 Frequenzgrenzen der Lautäußerungen

3.2.1.2.1 Definitionen

In dem folgenden Teil werden die Begriffe "unterste" und "oberste" Frequenzgrenze verwendet. Die unterste Frequenzgrenze ist als die erste , mit den in Kap. 1.4 beschriebenen Geräten feststellbare Frequenz , die eindeutig dem Ruf zuzuordnen war. Demzufolge ist die oberste Frequenzgrenze als die letzte feststellbare Frequenz definiert (Abb. 5; D,C). Die Frequenzspanne einer Lautäußerung wird durch die unterste und die oberste Frequenzgrenze bestimmt. Über den Frequenzverlauf , also über die innerhalb der Frequenzspanne liegenden absoluten und den Nebenmaxima einer Lautäußerung wird hier keine Aussage getroffen.

3.2.1.2.2 Unterste Frequenzgrenze

Die Gesamtheit aller festgestellten untersten Frequenzgrenzen pro Küken wurde gegen die der anderen Küken auf signifikante Unterschiede geprüft (Methode s. Kap.3.1). Es ergaben sich dabei insgesamt 78 Vergleichsmöglichkeiten. Legt man eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha \leq 0.001$ bis $\alpha \geq 0.02$ zugrunde, so ergeben sich in 51 Vergleichsmöglichkeiten signifikante Unterschiede. In weiteren 6 Möglichkeiten liegen - allerdings bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha \geq 0.05$ - weitere Unterschiede vor. Die restlichen 21 Vergleichsmöglichkeiten zeigen keine Signifikanz (Tab. 14 a). Das Geschwisterpaar Küken 10 und 16 zeigen keine signifikanten Unterschiede ($\alpha \geq 0.5$), beim Paar Küken 32 und 34 sind solche festzustellen ($\alpha \leq 0.001$).

Unter Zugrundelegung der Mittelwerte pro Lebenstag liegt die unterste Frequenzgrenze zwischen 980 Hz und 2370 Hz (Minimal- und Maximalwert). Fast alle Rufe liegen, bezogen auf diese Frequenzgrenze, in den Frequenzbereichen 2 und 3 (1250 Hz bis 2249 Hz; Abb. 20 - 31). Bei den Küken 10, 16, 32, 34 und 43 der künstlichen Aufzuchten sowie dem Küken 6 der Freilandbruten liegt die unterste Frequenzgrenze in den ersten Lebenstagen relativ hochfrequentig, um dann mit zunehmendem Alter etwas abzufallen. Bei Küken 13 ist diese Erscheinung genau gegenläufig. Es wurde hier bewußt auf die Auswertung bei Küken 12 und 14 verzichtet, da hier die Summe der auszuwertenden Altersbereiche für einen Vergleich zu gering ist (Tab. 15).

3.2.1.2.3 Oberste Frequenzgrenze

Die Gesamtheit aller festgestellten obersten Frequenzgrenzen pro Küken wurde gegen die der anderen Küken auf signifikante Unterschiede geprüft (Methode s. Kap.3.1). Bei 55 der insgesamt 78 Vergleichsmöglichkeiten ergaben sich signifikante Unterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha \leq 0.001$

bis $\alpha \geq$ o.oo2. In weiteren 5 Möglichkeiten lag die festgestellte Irrtumswahrscheinlichkeit bei $\alpha \geq$o.o1. In den restlichen 18 Vergleichsmöglichkeiten konnte bis zu einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha \leq$o.5 kein Unterschied protokolliert werden (Tab. 14 b). Bei den Freilandbruten zeigt lediglich das Küken 3 gegen die anderen signifikante Unterschiede, Küken 4,5,6 und 7 weisen solche nicht auf . Im Vergleich zu den künstlichen Aufzuchten zeigen fast immer die Küken der Freilandbruten signifikant verschiedene Lautäußerungen bezogen auf die oberste Frequenzgrenze. Die Geschwisterpaare 1o und 16 sowie 32 und 34 zeigen entweder eine hohe Signifikanz (1o-16) oder aber nur eine geringe (32-34).

Bei dem Vergleich der durchschnittlichen obersten Frequenzgrenzen pro Lebenstag und Altersbereich zeigt sich, daß bei den Küken 1o, 12 und 16 die Lautäußerungen eine höherfrequentige Grenze aufweisen als die übrigen Küken (Tab.16), hier liegt die oberste Frequenzgrenze meist in den Frequenzbereichen 15 - 18 (775o Hz bis 9749 Hz). Bei den restlichen Küken liegt diese Grenze meist zwischen den Bereichen 1o - 15 (525o Hz bis 8249 Hz, vgl. Abb.2o -31). Die Küken 32, 34 und 43 zeigen einen altersbedingten Anstieg der obersten Frequenzgrenze, die dann aber nach dem Altersbereich 9 wieder abfällt und in etwa ihren Ausgangswert wieder erreicht.

TAB. 14 a: Unterste und oberste feststellbare Frequenzgrenzen der Lautäußerungen; signifikante Unterschiede zwischen den Küken (Vergleich der Mittelwerte nach dem Student-t-Test; sämtliche ausgewerteten Rufe aller Altersbereiche)

a : unterste Frequenzgrenzen

Küken / Küken	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
3	X	$+^1$	$-^4$	$+^2$	$-^4$	$-^4$	$+^3$	$+^1$	$-^2$	$-^4$	$+^3$	$+^1$	$+^1$
4	$+^1$	X	$+^1$	$+^3$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
5	$-^4$	$+^1$	X	$+^1$	$-^4$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$-^2$	$-^4$	$+^3$	$+^1$	$+^1$
6	$+^2$	$+^3$	$+^1$	X	$+^3$	$+^1$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
7	$-^4$	$+^1$	$-^4$	$+^3$	X	$-^4$	$+^3$	$+^1$	$-^3$	$-^4$	$+^4$	$+^1$	$+^1$
1o	$-^4$	$+^1$	$-^4$	$+^1$	$-^4$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
12	$+^3$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	$+^3$	$+^1$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
13	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^1$	$+^2$
14	$-^2$	$+^1$	$-^2$	$+^1$	$-^3$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	X	$+^4$	$-^3$	$+^1$	$+^1$
16	$-^4$	$+^1$	$-^4$	$+^1$	$-^4$	$-^1$	$+^1$	$+^1$	$+^4$	X	$-^2$	$+^1$	$+^1$
32	$+^3$	$+^1$	$+^3$	$+^1$	$+^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^3$	$-^2$	X	$+^2$	$+^3$
34	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^1$	$+^2$	$+^1$	$+^1$	X	$+^4$
43	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^2$	$+^1$	$+^1$	$+^3$	$+^4$	X

14 b : oberste Frequenzgrenzen

Küken / Küken	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
3	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	$-^3$	$+^1$	$-^1$	$+^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
4	$+^1$	X	$-^4$	$-^3$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
5	$+^1$	$-^4$	X	$-^2$	$-^2$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
6	$+^1$	$-^3$	$-^2$	X	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$+^4$	$+^2$	$+^1$	$+^3$	$-^3$	$-^1$
7	$+^1$	$-^4$	$-^2$	$-^4$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^4$	$+^1$
1o	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	X	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
12	$-^3$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	X	$+^1$	$+^1$	$-^2$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
13	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	X	$+^1$	$+^1$	$-^4$	$-^1$	$-^4$
14	$-^1$	$+^1$	$+^1$	$+^2$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
16	$+^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^2$	$+^1$	$+^1$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$
32	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^3$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	X	$+^3$	$-^4$
34	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^3$	$+^4$	$+^1$	$+^1$	$-^1$	$+^1$	$+^1$	$+^3$	X	$-^4$
43	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	$+^4$	X

SIGNIFIKANZ

Irrtumswahrscheinlichkeit

\+ α = o.oo1
\+ α = o.oo2
\+ α = o.o1o
\+ α = o.o2o

\- α = o.o5o
\- α = o.1oo
\- α = o.25o
\- α = o.5oo

TAB. 15 : Untere Frequenzgrenze der Lautäußerungen der Küken (pro Lebenstag und Altersbereich , Mittelwerte)

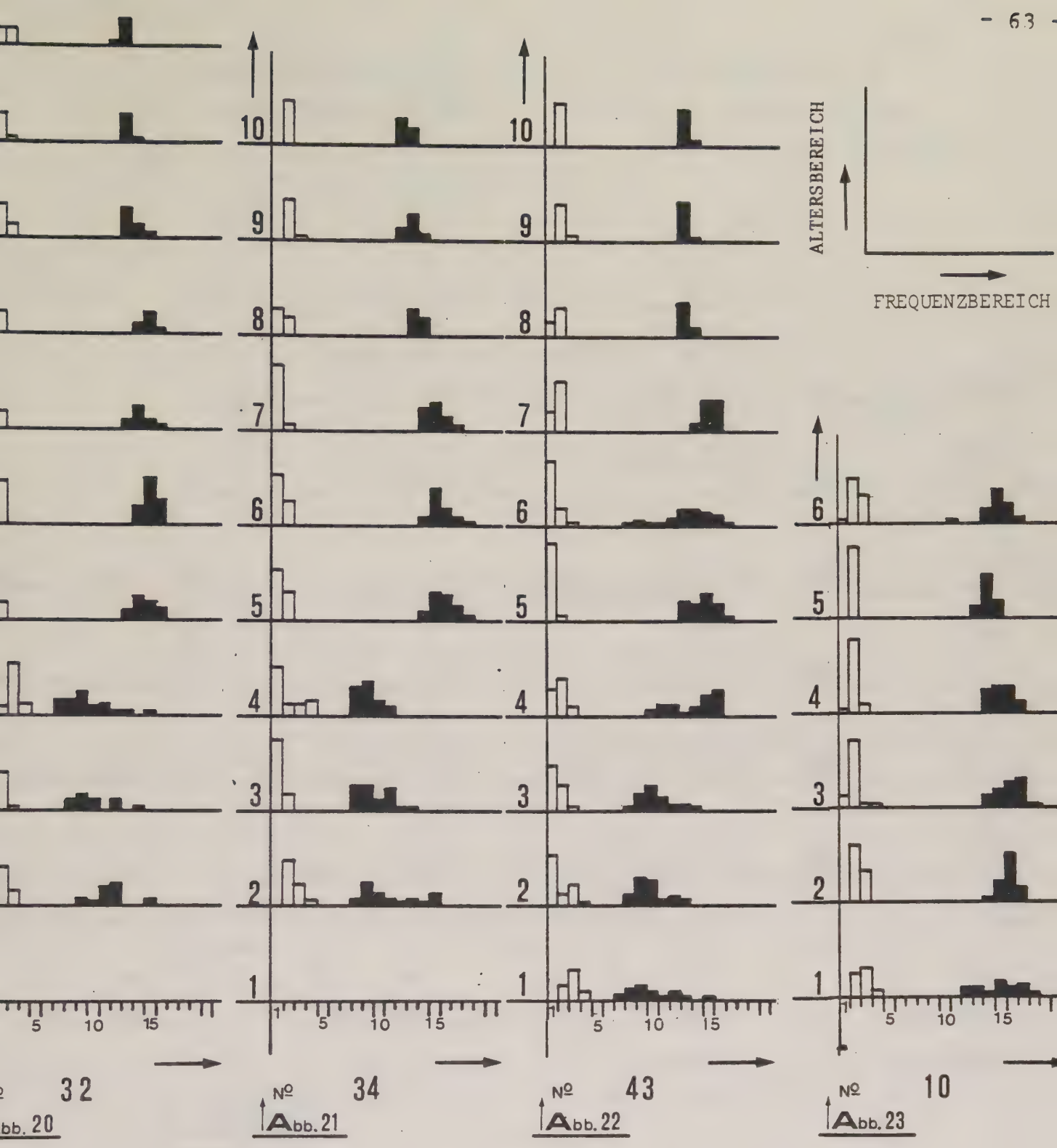
Lebenstag, Altersbereich	KÜKEN											
	Freilandbruten					Künstliche Aufzuchten						
	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
o1						†	2245	†	1685	1830	†	†	†
o2						2065	2240	1480	1300	1875	†	1530	2075
o3						2050	2370	1265	1215	1670	†	†	2205
AB 1	†	†	1595	2o4o	1265	2o55	235o	137o	14oo	179o	†	(153o)	214o
o4						2035	2090	1165	1755	1650	†	2005	2225
o5						1955	2145	1285	2470	1850	1700	1960	1375
o6						1790	1730	1605	2005	1615	1780	1850	1210
AB 2	148o	257o	214o	234o	†	1925	199o	135o	2o77	17o5	174o	194o	16o5
o7						1540	1765	†	1965	1705	1645	1195	1435
o8						1725	1910	1460	1670	1675	†	1415	1355
o9						1810	2110	1025	1760	1995	1690	1245	1650
AB 3	†	236o	1765	1o15	†	169o	193o	174o	18oo	179o	1665	1285	148o
1o						1775	¤	2220	¤	1905	2180	1285	1875
11						1795	¤	1415	¤	1985	2050	1190	1270
12						1745	¤	1290	¤	1695	2005	1420	1660
AB 4	2o25	2355	2o3o	◇	†	178o	¤	164o	¤	183o	2o8o	163o	16oo
13						1750	¤	1265	¤	2030	1385	1230	1340
14						1650	¤	1120	¤	1930	†	1655	1300
15						1795	¤	†	¤	2015	1215	1270	1225
AB 5	†	◇	◇	◇	2245	173o	¤	119o	¤	199o	13oo	1385	129o
16						1940	¤	1155	¤	1915	1365	1355	1580
17						1740	¤	0980	¤	¤	1495	1355	1210
18						2000	¤	1015	¤	¤	1465	1435	1140
AB 6	†	◇	◇	◇	†	1895	¤	1o5o	¤	(1915)	144o	138o	131o
19						¤	¤	1050	¤	¤	†	1195	1500
2o						¤	¤	¤	¤	¤	1485	1280	1550
21						¤	¤	¤	¤	¤	1190	1280	1560
AB 7	223o	◇	◇	◇	†	¤	¤	(1o5o)	¤	¤	1335	125o	1535
22						¤	¤	¤	¤	¤	1300	1290	1190
23						¤	¤	¤	¤	¤	1620	1290	1190
24						¤	¤	¤	¤	¤	1600	1540	1550
AB 8	◇	◇	◇	◇	†	¤	¤	¤	¤	¤	15o5	1365	147o
25						¤	¤	¤	¤	¤	1700	1760	1740
26						¤	¤	¤	¤	¤	1710	1700	1580
27						¤	¤	¤	¤	¤	1990	1730	1960
AB 9	◇	◇	◇	◇	2o65	¤	¤	¤	¤	¤	18oo	173o	176o
28						¤	¤	¤	¤	¤	1920	1700	1650
29						¤	¤	¤	¤	¤	1880	1760	1780
3o						¤	¤	¤	¤	¤	†	1780	1680
AB 1o	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	19oo	175o	17o5
31						¤	¤	¤	¤	¤	1920	1800	¤
32						¤	¤	¤	¤	¤	1990	¤	¤
33						¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
AB 11	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	1955	(18oo)	¤

LEGENDE: s. TAB. 1o, p 51

TAB. 16 : Obere Frequenzgrenze der Lautäußerungen der Küken (pro Lebenstag und Altersbereich; Mittelwerte)

Lebenstag, Altersbereich	KÜKEN												
	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
o1						†	7135	†	6340	7295	†	†	†
o2						7800	8430	5730	6035	9155	†	6890	5625
o3						8955	9015	5930	5805	8835	†	†	5600
AB 1	†	†	617o	5615	654o	8385	8195	583o	6o6o	843o	†	(689o)	561o
o4						8530	8730	5650	8045	9005	†	6755	5255
o5						8645	8680	5660	8550	9055	6460	5650	6390
o6						8590	8645	8495	8735	8605	6275	5625	5340
AB 2	7245	5265	529o	5335	†	859o	8585	66oo	8345	889o	6365	6o1o	566o
o7						8930	8675	†	8750	9385	6355	6000	6130
o8						8845	8700	6215	8425	7935	†	4825	5530
o9						8320	8215	6270	8455	8370	5720	5715	6250
AB 3	†	56oo	575o	845o	†	863o	853o	624o	8545	8565	6o45	5515	597o
1o						8485	¤	7780	¤	8530	6150	4960	6340
11						8285	¤	7965	¤	8180	4510	5520	8070
12						8325	¤	8710	¤	8375	5020	4635	8585
AB 4	8245	729o	6735	◇	†	8365	¤	815o	¤	836o	525o	5o4o	763o
13						7620	¤	7565	¤	8595	7700	7750	8030
14						7725	¤	7770	¤	8675	†	7770	8340
15						7690	¤	†	¤	8385	8090	8615	7630
AB 5	†	◇	◇	◇	694o	768o	¤	7665	¤	855o	7895	838o	8ooo
16						8040	¤	7500	¤	8630	8135	7620	6350
17						8195	¤	7550	¤	¤	8415	8210	7595
18						8450	¤	8375	¤	¤	8370	7815	8385
AB 6	†	◇	◇	◇	†	8295	¤	781o	¤	(863o)	824o	788o	7445
19						¤	¤	7750	¤	¤	†	7825	8485
2o						¤	¤	¤	¤	¤	7785	7485	8060
21						¤	¤	¤	¤	¤	7740	8340	8690
AB 7	924o	◇	◇	◇	†	¤	¤	(775o)	¤	¤	776o	7885	841o
22						¤	¤	¤	¤	¤	7935	7280	7440
23						¤	¤	¤	¤	¤	7970	7630	7260
24						¤	¤	¤	¤	¤	8445	7360	7190
AB 8	◇	◇	◇	◇	†	¤	¤	¤	¤	¤	82o5	7425	7295
25						¤	¤	¤	¤	¤	7420	9610	7280
26						¤	¤	¤	¤	¤	7370	7070	7220
27						¤	¤	¤	¤	¤	7200	7370	7140
AB 9	◇	◇	◇	◇	53oo	¤	¤	¤	¤	¤	733o	7115	7215
28						¤	¤	¤	¤	¤	7230	6860	7180
29						¤	¤	¤	¤	¤	7230	6840	7370
3o						¤	¤	¤	¤	¤	†	6960	7260
AB 1o	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	723o	6885	727o
31						¤	¤	¤	¤	¤	7150	7100	¤
32						¤	¤	¤	¤	¤	7150	¤	¤
33						¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
AB 11	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	715o	(71oo)	¤

LEGENDE : s. TAB. 1o, p 51



№ 32
Abb. 20

№ 34
Abb. 21

№ 43
Abb. 22

№ 10
Abb. 23

Abb. 24
№ 12

Abb. 25
№ 14

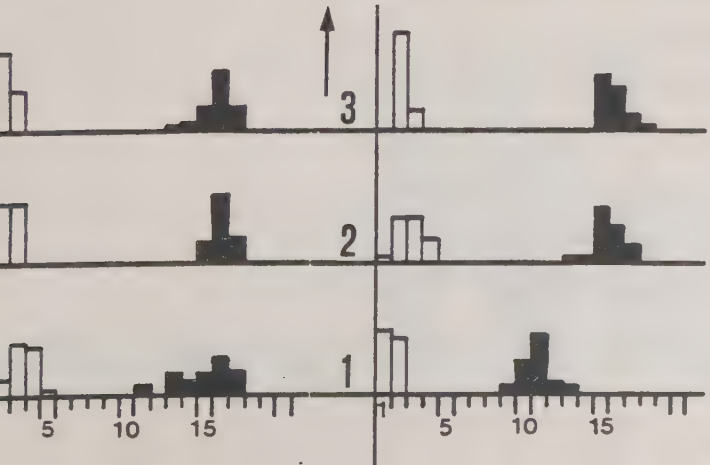


ABB. 20 – 31

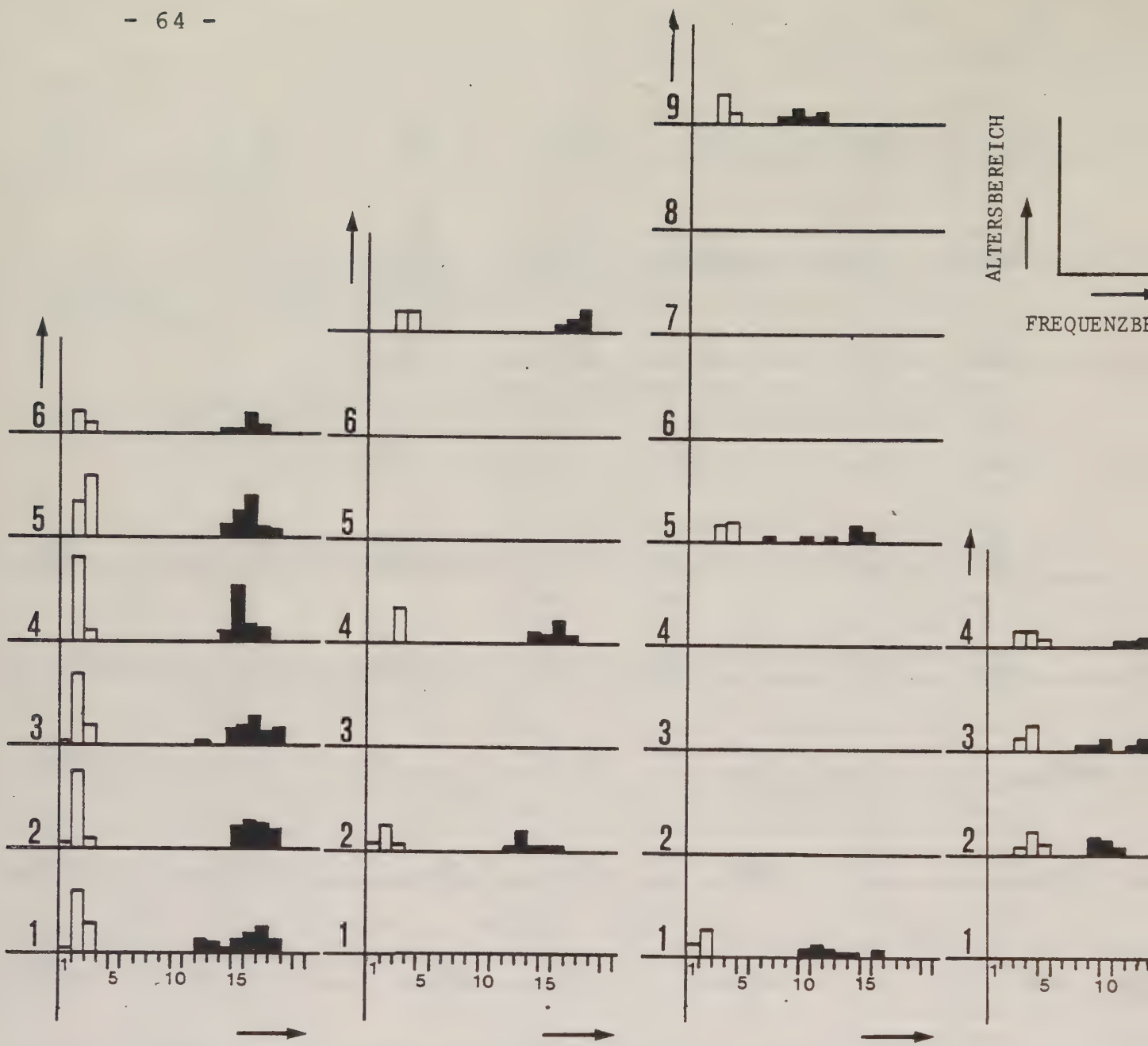
Häufigkeit der unteren und der oberen Frequenzgrenzen der Lautäußerungen der Küken (pro Altersbereich und Frequenzbereich)

Altersbereiche vgl. p 51

untere Frequenzgrenze der Lautäußerunge

obere Frequenzgrenze der Lautäußerunge

20
10
0 Häufigkeit



Nº 16
Abb. 26

Nº 3
Abb. 27

Nº 7
Abb. 28

Nº 4
Abb. 29

Abb. 30
Nº 5

Abb. 31
Nº 6

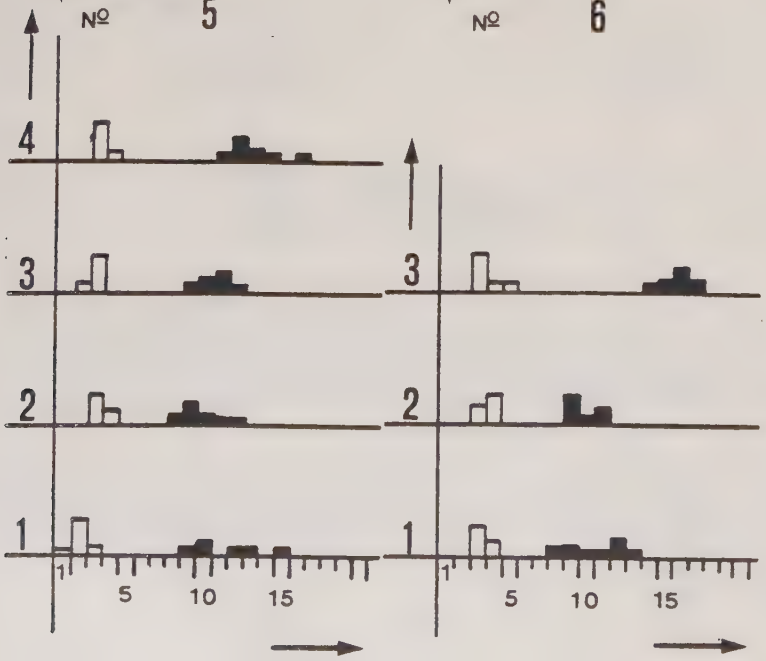


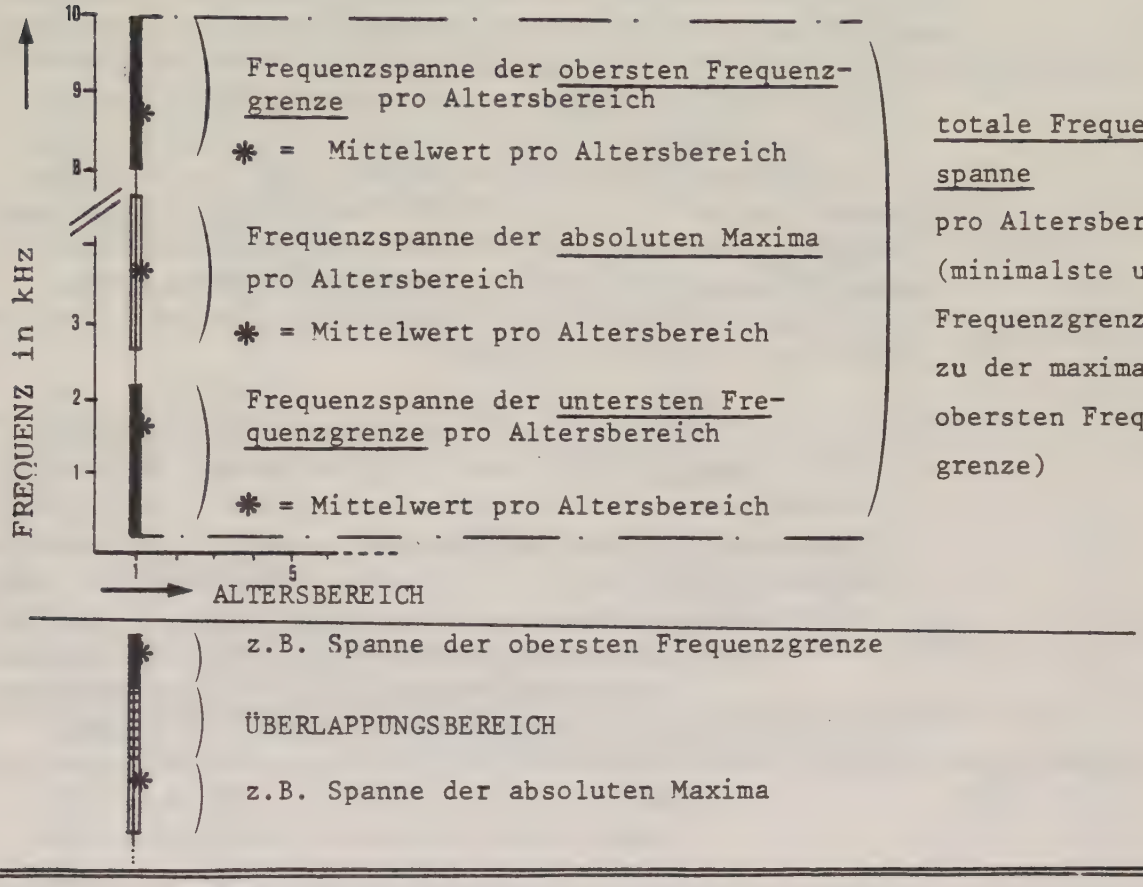
ABB.20 - 31

(Fortsetzung)

FREQUENZBEREICHE: (Hz)

01	- 1249		
02	1250 - 1749		
03	1750 - 2249		
04	2250 - 2749		
05	2750 - 3249		
06	3250 - 3749		
07	3750 - 4249		
08	4250 - 4749		
09	4750 - 5249		
10	5250 - 5749		
11	5750 - 6249		
12	6250 - 6749		
13	6750 - 7249		
14	7250 - 7749		
15	7750 - 8249	18	9250 - 9749
16	8250 - 8749	19	9750 -10249
17	8750 - 9249	20	≥ 10250

Legende zu den Abb. 32 - 44 : Frequenzspanne der gesamten Rufe pro Altersbereich; totale Spanne, die der absoluten Maxima..., der untersten und der obersten Frequenzgrenze



3.2.1.2.4 Frequenzspannen

Die Frequenzspannen der Lautäußerungen pro Küken und Altersbereich sind - frequenzabhängig - in den Abb. 32-44 sowie - absolut - in der Tab. 17 dargestellt. Bei dem statistischen Vergleich der absoluten Frequenzspannen nach Kruskall-Wallis (vgl. Kap. 3.1) aller Küken gegeneinander, zeigen diese eine hohe Signifikanz. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt unter Zugrundelegung der Extremwerte der untersten und obersten Frequenzgrenze der pro Altersbereich ausgewerteten Lautäußerungen $\alpha < 0.001$. Bei der Errechnung der Frequenzspanne aus den Mittelwerten der einzelnen Altersbereiche beträgt die

ABB. 32 - 44

Legende s. p. 65

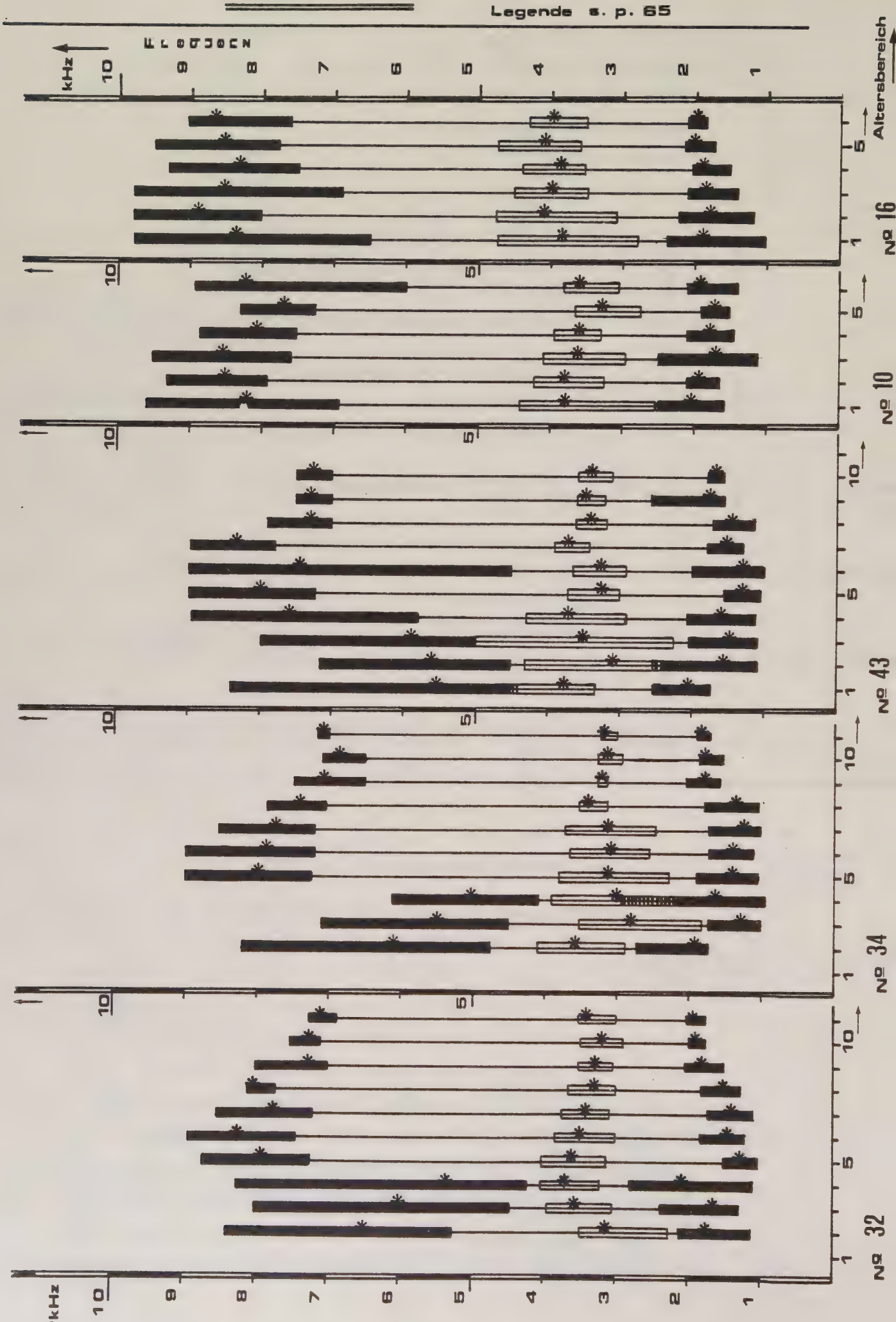


ABB. 32 - 44

Legende s. p. 65

Tab. 17 : Frequenzspannen der Lautäußerungen aller Küken (absolut)

Küken / Altersbereich		Freilandbruten					Künstliche Aufzuchten							
		3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	4
1	a	——	——	4575	3575	5275	6330	5845	4460	4660	5640	——	[5360]	34
	b			69oo	5ooo	775o	665o	76oo	635o	63oo	87oo		(72oo)	66
2	a	5765	2695	3150	2995	——	6665	6595	5250	6270	7185	4625	4070	40
	b	775o	43oo	5ooo	43oo		765o	765o	8o5o	795o	855o	725o	645o	61
3	a	——	3240	3985	6435	——	6940	6600	4500	6745	6775	4380	4230	44
	b		47oo	5ooo	725o		845o	75oo	565o	79oo	835o	67oo	61oo	69
4	a	6220	4935	4705	◇◇◇◇	——	6585	▯▯▯▯	6510	▯▯▯▯	6530	3170	3410	60
	b	72oo	615o	645o			775o		78oo		78oo	68oo	52oo	78
5	a	——	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	4705	5950	▯▯▯▯	6475	▯▯▯▯	6560	6595	6995	67
	b					635o	68oo		7ooo		78oo	665o	795o	79
6	a	——	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	——	6400	▯▯▯▯	6760	▯▯▯▯	[6715]	6800	6500	61
	b						785o		77oo		(725o)	77oo	79oo	80
7	a	7010	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	——	▯▯▯▯	▯▯▯▯	[6700]	▯▯▯▯	▯▯▯▯	6425	6635	68
	b	78oo							(68oo)			745o	76oo	76
8	a	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	——	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	6700	6060	58
	b											725o	685o	68
9	a	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	3235	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	5530	5385	54
	b					44oo						65oo	59oo	58
1o	a	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	5530	5135	55
	b											57oo	555o	6o
11	a	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	◇◇◇◇	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	▯▯▯▯	5195	[5300]	▯▯
	b											55oo	(55oo)	

a = Frequenzsspanne errechnet aus den Mittelwerten pro Altersbereich von der obersten Frequenzgrenz und der untersten Frequenzgrenze

b = Frequenzspanne errechnet aus dem maximalen Extremwert der obersten Frequenzgrenze und dem minimalen Extremwert der untersten Frequenzgrenze

—— = keine Werte erfaßt

▯▯▯▯ = Küken gestorben

◇◇◇◇ = Freilandküken nicht mehr auffindbar

[n] ,(n) = der Wert beruht auf nur einem Lebenstag des Altersbereiches

Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 0.01$, also auch hier ist eine Signifikanz zu protokollieren.

Bei dem Vergleich der Frequenzspannen aller Altersbereiche und Küken fällt auf, daß die Küken 32, 34 und 43 mit zunehmendem Alter eine numerisch höhere Frequenzspanne aufweisen, die dann wieder auf den Ausgangswert zurückgeht. Die Küken 4, 1o und 14 zeigen ebenfalls diesen Anstieg, hier war der Beobachtungszeitraum jedoch zu gering, als daß das Absinken des absolut gesehenen Frequenzspannenwertes ab dem Al-

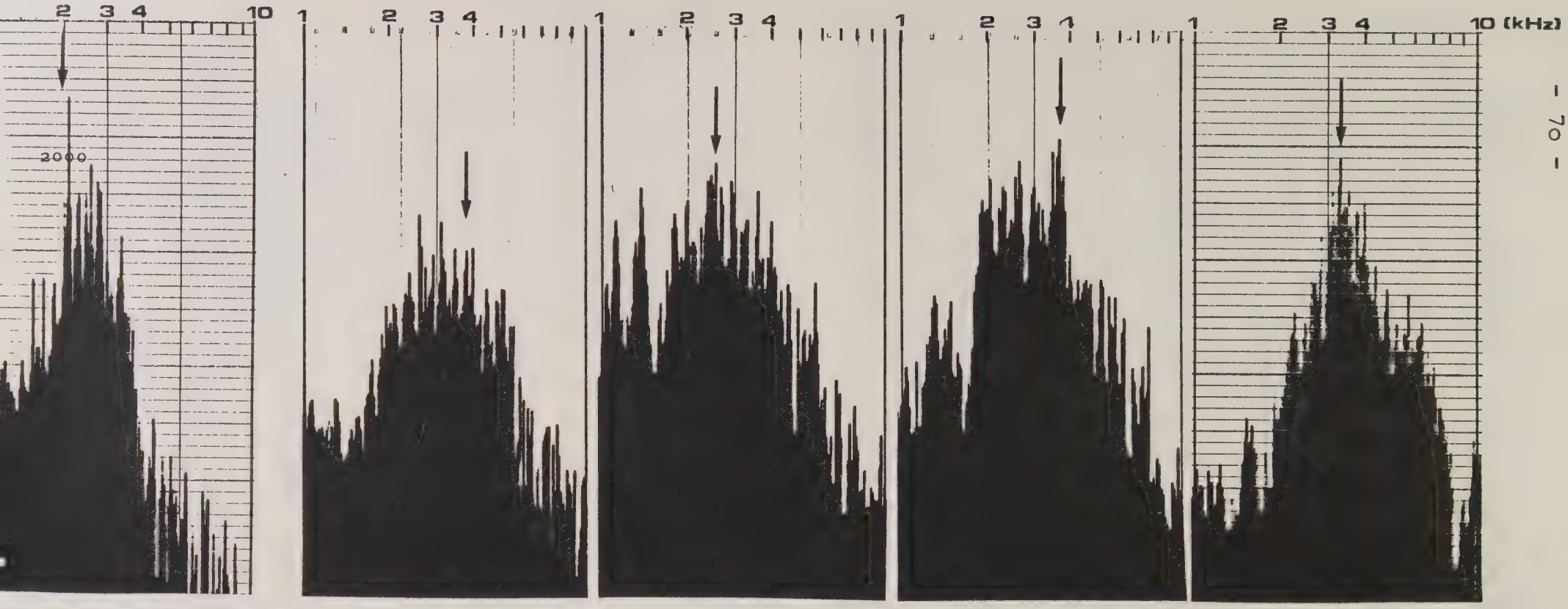
Tab. 18 : Signifikanz, absolutes Maximum, unterste und oberste Frequenzgrenzen der Lautäußerungen der Küken gegeneinander (alle ausgewerteten Rufe pro Küken; Vergleich der Mittelwerte nach dem Students-t-Test)

Küken / Küken	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
3		-++2	--+1	-++2	+-+2	+--1	++-2	+++3	+--1	+-+2	+++3	+++3	+++3
4	-++2		-+-1	-+-1	++-2	+++3	+++3	+++3	+++3	+++3	+++3	+++3	+++3
5	--+1	-+-1		-+-1	+--1	+-+2	+++3	+++3	+-+2	+-+2	+++3	+++3	+++3
6	-++2	-+-1	-+-1		++-2	+++3	+-+2	+++3	+++3	+++3	+++3	++-2	++-2
7	+-+2	++-2	+--1	++-2		+-+2	+++3	+++3	--+1	+-+2	-++2	-++2	-++2
1o	+--1	+++3	+-+2	+++3	+-+2		++-2	-++2	+++3	+-+2	+++3	+++3	+++3
12	++-2	+++3	+++3	+-+2	+++3	++-2		+++3	+++3	-+-1	+++3	+++3	+++3
13	+++3	+++3	+++3	+++3	+++3	-++2	+++3		+++3	+++3	++-2	+--1	++-2
14	+--1	+++3	+-+2	+++3	--+1	+++3	+++3	+++3		+++3	--+1	+++3	-++2
16	+-+2	+++3	+-+2	+++3	+-+2	+-+2	-+-1	+++3	+++3		+-+2	+++3	+++3
32	+++3	+++3	+++3	+++3	-++2	+++3	+++3	++-2	--+1	+-+2		+++3	-+-1
34	+++3	+++3	+++3	++-2	-++2	+++3	+++3	+--1	+++3	+++3	+++3		++-2
43	+++3	+++3	+++3	++-2	-++2	+++3	+++3	++-2	-++2	+++3	-+-1	++-2	

1	2	3	4
+	-	+	n

1 = Signifikanz, absolute Maxima
2 = Signifikanz, unterste Frequenzgrenze
3 = Signifikanz, oberste Frequenzgrenze
4 = Anzahl der signifikant unterschiedlichen Untersuchungsparameter
\+ = Signifikanz, Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha \leq$ o.o2o
\- = keine Signifikanz, bzw. Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha \geq$ o.o2o

tersbereich 7 / 8 protokolliert werden konnte. Bei Küken 7 und 16 ist eine genau gegenläufige Tendenz zu beobachten , hier wird die zunächst große Frequenzspanne mit zunehmendem Alter geringer. Das Küken 13 zeigt über den erfaßten Zeitraum ständige Schwankungen, sodaß hier keine klare Tendenz abgeleitet werden kann, beim Küken 12 liegt ein relativ konstanter Wert über den Beobachtungszeitraum vor.



tvogel (Vergleich)
f 00007
000 b 5500
2000
BB. 45

№ 43; Alter: 10 d
Ruf 430367
a 1750 b 6950
c 3800
ABB. 46

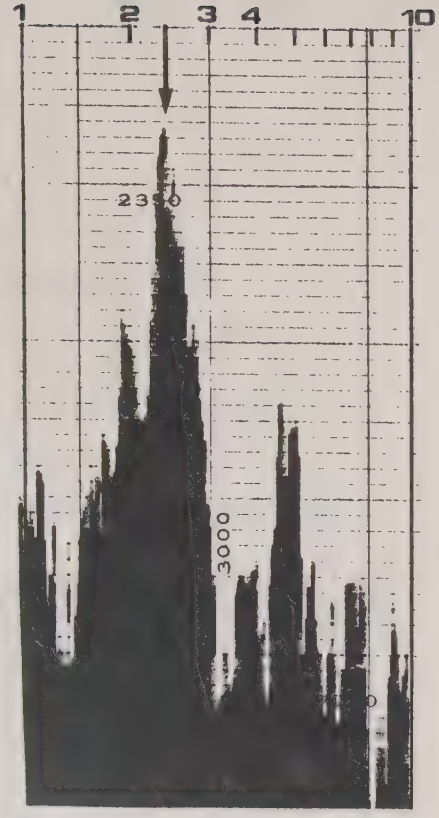
№ 34; Alter: 7 d
Ruf 340217
a 1000 b 6250
c 2350
ABB. 47

№ 32; Alter: 9 d
Ruf 320241
a 1750 b 7100
c 3700
ABB. 48

№ 12; Alter: 7 d
Ruf 120731
a 1800 b 9150
c 3100
ABB. 49

a untere Frequenzgrenze
b obere Frequenzgrenze
↓; c absolutes Frequenzmaximum
(Hz)

ABB. 45 – 49 FREQUENZANALYSEN



Altvogel (Vergleich)

Ruf 00031

a 1400 b 7750

c 2350

ABB. 50

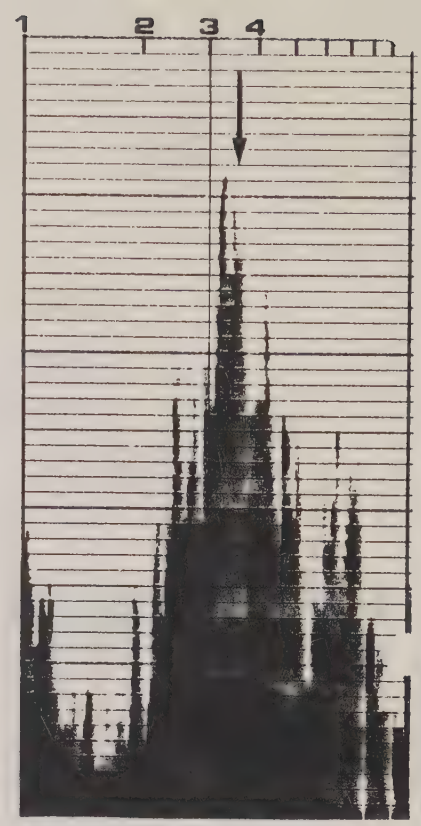
Nº 7; Alter: 3 d

Ruf 070101

a 1950 b 5100

c 3050

ABB. 51



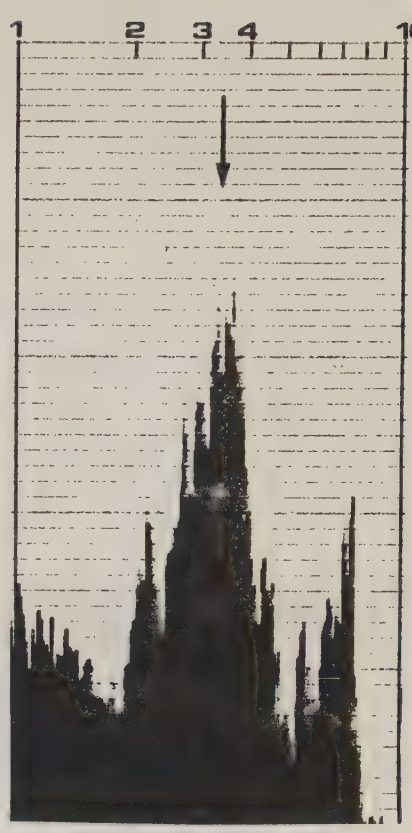
Nº 14; Alter: 9 d

Ruf 140780

a 1700 b 8750

c 3550

ABB. 52



Nº 34; Alter: 16 d

Ruf 341105

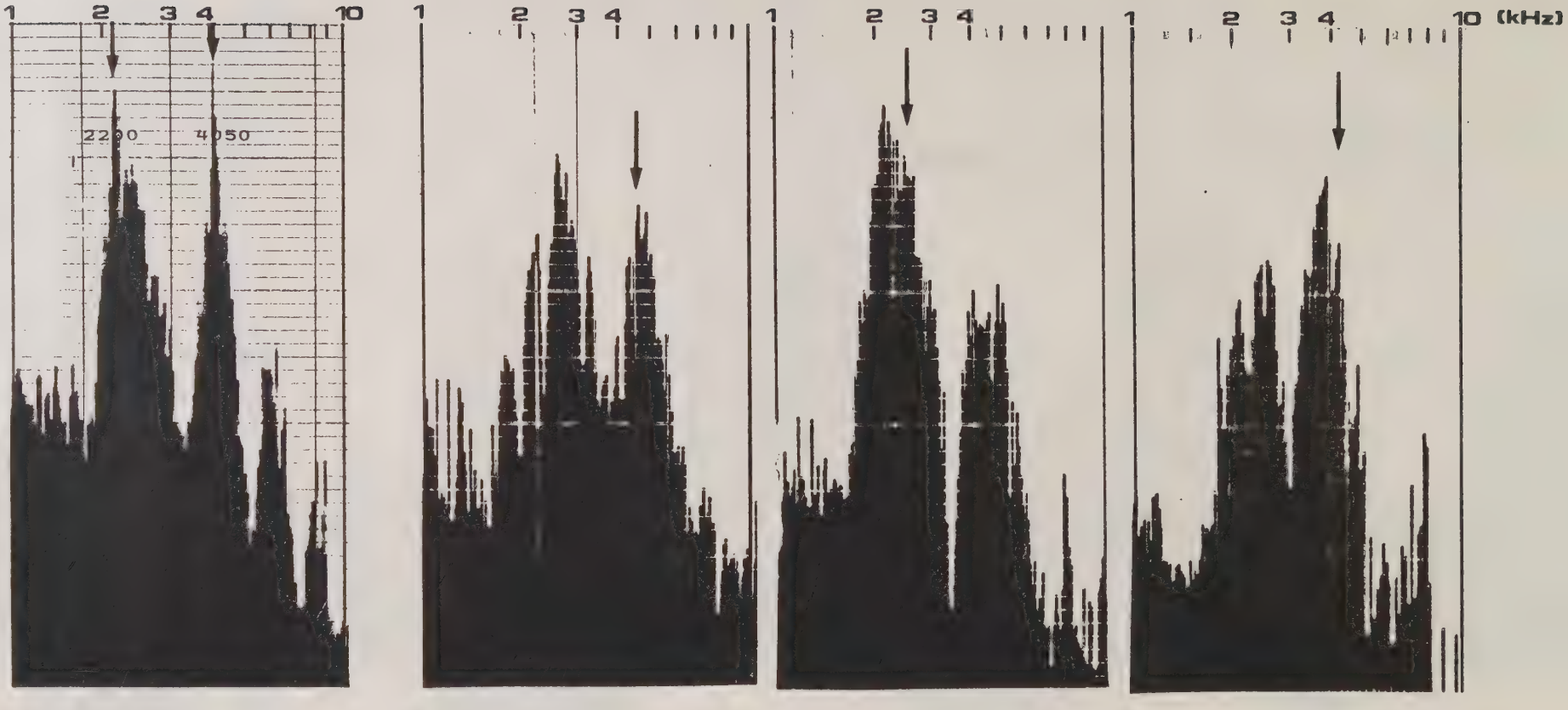
a 1750 b 7500

c 3200

ABB. 53

ABB. 50 - 53 FREQUENZANALYSEN

Legende s. Abb. 45 - 49



Altvogal (Vergleich)
Ruf 00040
a 1800 b 8250
c 4050 2200
ABB. 54

Nº 13 ; Alter: 3 d
Ruf 130391
a 1500 b 5750
c 4200
ABB. 55

Nº 14 ; Alter: 3 d
Ruf 140510
a 1250 b 5250
c 2450
ABB. 56

Nº 34 ; Alter: 4 d
Ruf 340032
a 1450 b 5250
c 4050
ABB. 57

ABB. 54 - 57 FREQUENZANALYSEN

Legende s. Abb. 45 — 49

3.2.1.3 Zusammenfassung des frequenzanalytischen Teiles

Pro Lebenstag wurden - nach Möglichkeit - insgesamt 1o Lautäußerungen eines jeden Kükens der künstlichen Aufzuchten sowie der Freilandbruten frequenzanalytisch ausgewertet. Dabei wurden die folgenden fünf Vergleichsparameter als Kriterien zugrunde gelegt:

1. das absolute Frequenzmaximum (Mittelwerte pro Lebenstag und pro Altersbereich),
2. die feststellbaren Frequenznebenmaxima (pro Altersbereich),
3. die unterste feststellbare Frequenzgrenze der Lautäußerungen (pro Lebenstag und Altersbereich, Mittelwerte),
4. die oberste feststellbare Frequenzgrenze der Lautäußerungen (pro Lebenstag und Altersbereich, Mittelwerte) und
5. die Frequenzspanne der Lautäußerungen (errechnet aus a.dem Mittelwert der obersten Frequenzgrenze abzüglich dem Mittelwert der untersten Frequenzgrenze und b.aus dem Maximalwert pro Altersbereich der obersten Frequenzgrenze abzüglich dem Minimalwert pro Altersbereich der untersten Frequenzgrenze).

Die Frequenznebenmaxima wurden anhand graphischer Darstellungen pro Altersbereich und Küken (Abb.7 - 19) miteinander verglichen. Das absolute Frequenzmaximum sowie die unterste und oberste Frequenzgrenze wurden unter Verwendung sämtlicher ausgewerteten Rufe eines Kükens gegen die der anderen Küken nach dem Student-t-Test verglichen, bei der Frequenz - spanne wurden alle Mittelwerte der Küken durch den Kruskall - Wallis-Test auf statistisch absicherbare Unterschiede verglichen. Die Tab.18 zeigt die Ergebnisse der Signifikanztests (Student-t-Test) zusammengefaßt. Es zeigt sich hier, daß die Lautäußerungen der einzelnen Küken miteinander verglichen in mindestens einem der hier aufgetragenen Vergleichsparametern signifikante Unterschiede aufweisen. Bei 78 Vergleichsmöglichkeiten haben die Küken zu 51.3% in allen drei, zu 33.3 % in zwei der drei und zu 15.4% in einem der drei Vergleichsparameter signifikante Unterschiede. Interessanterweise zeigen die Freilandbruten gegeneinander verglichen am wenigsten Unter-

schiede. Auch die Frequenzspanne zeigt für die Küken einen signifikanten Unterschied in der Verteilung der Mittelwerte (hier wurde allerdings der - ungenauere - Kruskall-Wallis-Test zugrunde gelegt).

Bei der Verteilung der festgestellten Frequenznebenmaxima pro Küken und Altersbereich lassen sich ebenfalls leichte Unterschiede feststellen, die allerdings nicht einer statistischen Absicherung unterzogen wurden (Abb. 7 - 19).

Der Vergleich von gleichen Altersbereichen anhand des absoluten Maximums zeigt ebenfalls weitgehend signifikante Unterschiede in der Verteilung der Mittelwerte. Hier fällt auf, daß die Küken 32 und 34 (Geschwister) eine höhere Signifikanz gegeneinander aufweisen als anderen Küken gegenüber. Diese Tendenz zeigt sich auch bei den anderen Vergleichskriterien; das andere Geschwisterpaar (Küken 1o und 16) zeigt gegeneinander verglichen nicht bei allen der Vergleichsparametern eine so klare Linie.

Wurden die einzelnen Altersbereiche eines jeden Kükens gegeneinander verglichen (hier wurde nur das absolute Maximum berücksichtigt und es wurde nur der Altersbereich x mit dem Altersbereich x + 1 miteinander verglichen), so zeigte sich in den ersten drei Altersbereichen eine hohe Signifikanz, die dann erst wieder in den Altersbereichen 9 - 1o zu beobachten war. In diesem Vergleich wurden besonders die Küken 32, 34 und 43 berücksichtigt, da hier ausreichend Datenmaterial vorlag.

3.2.2 Oszillogramme

3.2.2.1 Rufdauer

Die Rufdauer liegt bei allen Küken im allgemeinen zwischen 2o msec und 6o msec. Deutlich längere Rufe zeigen nur die Küken 43 (mit einem Extremwert von 1oo msec und nur in den Altersbereichen 2 und 3) und 14 (mit einem Extremwert von 75 msec im Altersbereich 1). Mit zunehmendem Alter werden die Rufe der Küken 32, 43 und 16 kürzer; beim Küken 34 werden die Rufe erst kürzer, dann aber in den Altersbereichen 8 und 9 wieder länger. Die anderen Küken zeigen relativ konstante Ruflängen, bzw. die Rufdauer zeigt von Altersbereich zu Altersbereich sich ständig ändernde Werte (Abb. 58 - 7o, Tab. 21).

Die Gesamtheit aller Werte (aller Altersbereiche) pro Küken wurden gegeneinander auf signifikante Unterschiede getestet (Student-t-Test; vgl. Kap. 3.1). Dabei ergaben sich bei insgesamt 78 Vergleichsmöglichkeiten in 28 Fällen keine Signifikanzen. Bei 5o Vergleichsmöglichkeiten wurden signifikante Unterschiede bei dem Vergleich der Mittelwerte festgestellt, die Irrtumswahrscheinlichkeit lag meist bei α = o.oo1 (Tab. 19). Die Geschwisterpaare Küken 1o und 16 sowie 32 und 34 weisen gegeneinander verglichen eine hohe Signifikanz auf (α =o.oo1). Diese Unterschiede sind auch bei einem Vergleich der Altersbereiche gegeneinander festzustellen. Hier wurde das Küken 43 in den Vergleich mit einbezogen (Tab. 2o).
Der Vergleich der Altersbereiche eines Kükens (verglichen wurde hier der Altersbereich x mit dem Altersbereich x + 1) ist in Tab. 22 aufgetragen. Anders als bei dem entsprechenden Vergleich beim absoluten Frequenzmaximum läßt sich hier keine klare Linie erkennen.

Tab. 19 Rufdauer, signifikante Unterschiede zwischen den Kükensignalen (Vergleich der Mittelwerte nach dem Student-t-Test; sämtliche ausgewerteten Rufe aller Altersbereiche pro Küken)

Küken / Küken	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
3		+1	-3	-4	+1	+1	+1	+1	-3	+1	-4	+1	-4
4	+1		+1	+1	-3	-4	+2	-3	+1	+1	+1	-3	+1
5	-3	+1		-4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-4	+1	-4
6	-4	+1	-4		+1	+1	+1	+1	+3	+1	-4	+1	-4
7	+1	-3	+1	+1		-1	-4	-4	-1	-1	+1	-4	+2
1o	+1	-4	+1	+1	-1		+1	-4	+1	+1	+1	-4	+1
12	+1	+2	+1	+1	-4	+1		-3	-1	+4	+1	-4	+1
13	+1	-3	+1	+1	-4	-4	-3		+2	+1	+1	-4	+1
14	-3	+1	+1	+3	-1	+1	-1	-2		-4	+1	+2	+2
16	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+4	+1	-4		+1	+2	+1
32	-4	+1	-4	-4	+1	+1	+1	+1	+1	+1		+1	-4
34	+1	-3	+1	+1	-4	-4	-4	-4	+2	+2	+1		+1
43	-4	+1	-4	-4	+2	+1	+1	+1	+2	+1	-4	+1	

SIGNIFIKANZ

Irrtumswahrscheinlichkeit:

+1 α = o.oo1
+2 α = o.oo2
+3 α = o.o1o
+4 α = o.o2o

-1 α = o.o5o
-2 α = o.1oo
-3 α = o.25o
-4 $\alpha \geq$ o.5oo

Tab. 2o Rufdauer, signifikante Unterschiede zwischen den Signalen der Küken 32, 34 und 43 pro Altersbereich (Vergleich der Mittelwerte nach dem Students-t-Test)

Küken ⇄ Küken / Altersbereich	32 ⇄ 34	32 ⇄ 43	34 ⇄ 43
o1	./.	./.	./.
o2	-4	+1	+1
o3	+3	-1	+1
o4	+1	+2	+2
o5	+1	+1	+1
o6	+1	+1	+2
o7	+1	+1	+1
o8	+4	+4	-4
o9	+1	+1	-3
1o	+1	-3	+1

SIGNIFIKANZ vgl. Legende Tab. 19

Tab. 21 Rufdauer, Mittelwerte der Kükensignale pro Lebenstag und Altersbereich in msec

Lebenstag, Altersbereich	KÜKEN											
	Freilandbruten					Künstliche Aufzuchten						
	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
o1						†	32,4	†	45,0	33,6	†	†	†
o2						42,7	42,1	45,8	34,3	40,8	†	18,3	50,8
o3						43,6	29,9	35,2	53,3	40,8	†	†	34,8
AB 1	†	†	37,8	52,o	32,3	43,4	38,5	4o,5	42,o	38,4	†	{18,3}	42,8
o4						45,0	42,8	19,8	45,5	41,5	†	59,5	44,o
o5						38,8	46,o	25,1	4o,5	41,1	52,8	5o,8	9o,3
o6						35,7	3o,6	46,4	44,8	27,o	52,5	53,o	84,8
AB 2	43,6	34,1	56,8	35,1	†	4o,3	39,8	3o,4	43,6	36,6	52,6	54,7	73,o
o7						26,5	33,o	†	4o,3	46,3	52,9	26,1	4o,o
o8						33,7	4o,8	46,2	27,o	36,8	†	39,4	85,5
o9						31,3	31,9	28,9	43,9	4o,1	56,o	58,o	71,7
AB 3	†	2o,9	6o,5	52,5	†	3o,5	35,1	37,7	37,1	4o,9	54,8	41,8	62,5
1o						3o,7	¤	42,4	¤	48,8	44,3	39,8	25,4
11						29,8	¤	39,3	¤	42,8	55,o	16,4	61,7
12						3o,7	¤	39,8	¤	4o,o	56,2	34,2	56,3
AB 4	47,5	42,5	4o,o	◇	†	3o,5	¤	4o,6	¤	49,3	51,3	3o,o	41,1
13						21,9	¤	1o,8	¤	37,4	61,5	22,1	42,2
14						31,4	¤	14,1	¤	4o,1	†	35,7	35,4
15						29,4	¤	†	¤	44,o	61,6	14,6	35,1
AB 5	†	◇	◇	◇	4o,1	28,7	¤	13,2	¤	4o,5	61,6	25,2	37,6
16						3o,4	¤	14,3	¤	39,3	61,4	38,5	32,3
17						23,3	¤	46,7	¤	¤	51,o	18,8	39,9
18						23,6	¤	43,9	¤	¤	48,7	27,7	29,4
AB 6	†	◇	◇	◇	†	4o,o	¤	33,5	¤	{39,3}	53,7	28,3	33,9
19						¤	¤	24,o	¤	¤	34,4	21,1	45,2
2o						¤	¤	¤	¤	¤	31,3	31,o	42,3
21						¤	¤	¤	¤	¤	†	22,3	42,8
AB 7	44,4	◇	◇	◇	†	¤	¤	{24,o}	¤	¤	33,3	25,3	43,5
22						¤	¤	¤	¤	¤	46,9	41,8	51,8
23						¤	¤	¤	¤	¤	27,9	39,4	42,o
24						¤	¤	¤	¤	¤	13,2	4o,9	35,o
AB 8	◇	◇	◇	◇	†	¤	¤	¤	¤	¤	29,o	4o,7	42,9
25						¤	¤	¤	¤	¤	25,9	41,o	45,5
26						¤	¤	¤	¤	¤	26,o	56,o	41,o
27						¤	¤	¤	¤	¤	45,5	5o,5	46,o
AB 9	◇	◇	◇	◇	37,6	¤	¤	¤	¤	¤	32,2	49,o	44,2
28						¤	¤	¤	¤	¤	29,o	39,o	37,o
29						¤	¤	¤	¤	¤	27,o	43,7	39,o
3o						¤	¤	¤	¤	¤	†	37,o	24,o
AB 1o	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	35,o	4o,2	33,3
31						¤	¤	¤	¤	¤	45,o	54,o	¤
32						¤	¤	¤	¤	¤	63,o	¤	¤
33						¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
AB 11	◇	◇	◇	◇	◇	¤	¤	¤	¤	¤	54,o	{54,o}	¤

Legende vgl. Tab. 11

Abb. 58 - 7o Rufdauer pro Küken und Altersbereich

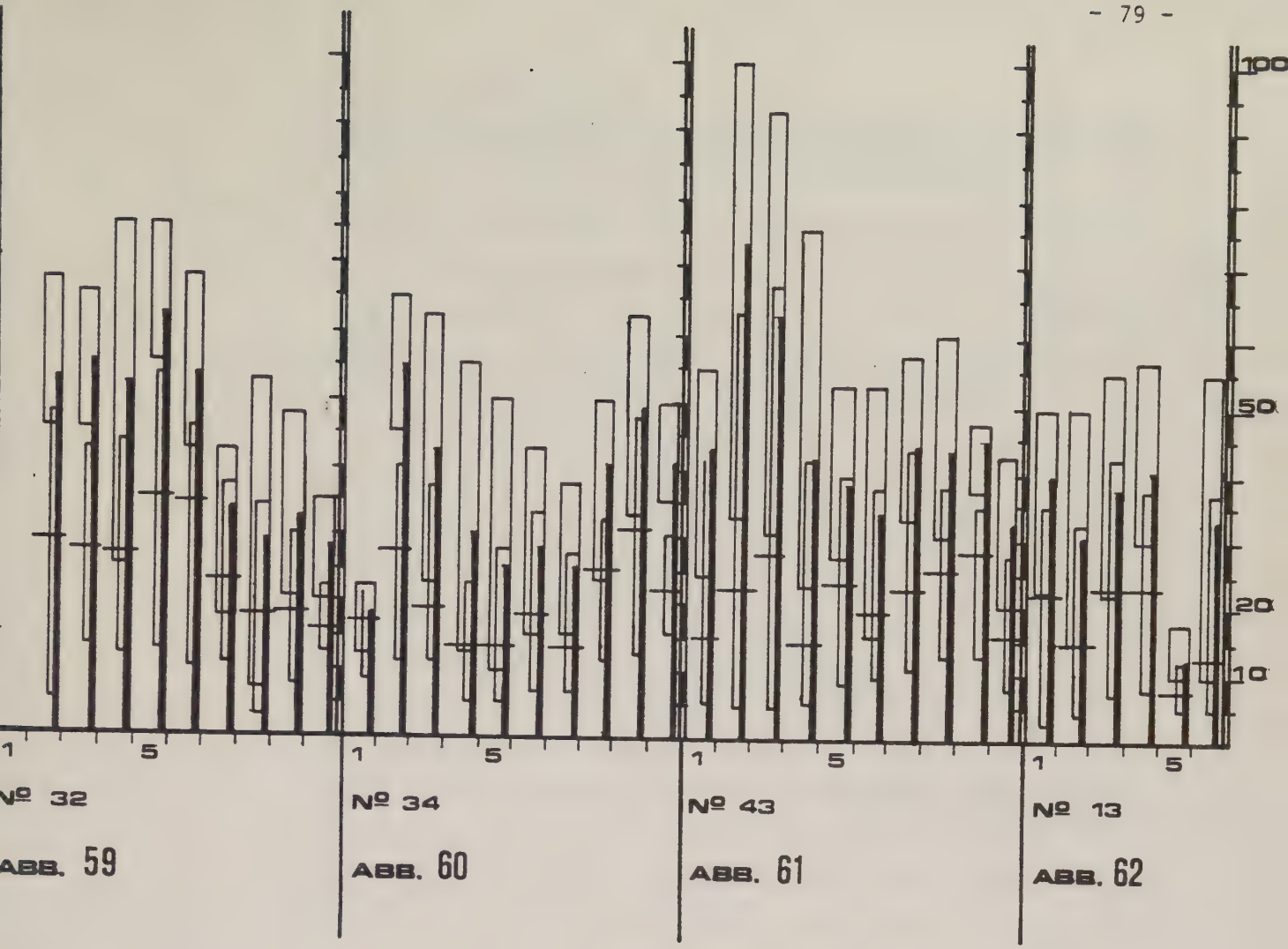
Legende

a Mittelwert der Rufdauer

b Bereich zwischen minimaler und maximaler Rufdauer

c Mittelwert der zeitlichen Differenz Rufanfang - Amplitudenmaximum des Oszillogrammes

d Bereich zwischen dem Minimal- und Maximalwert Rufanfang - Amplitudenmaximum des Oszillogrammes

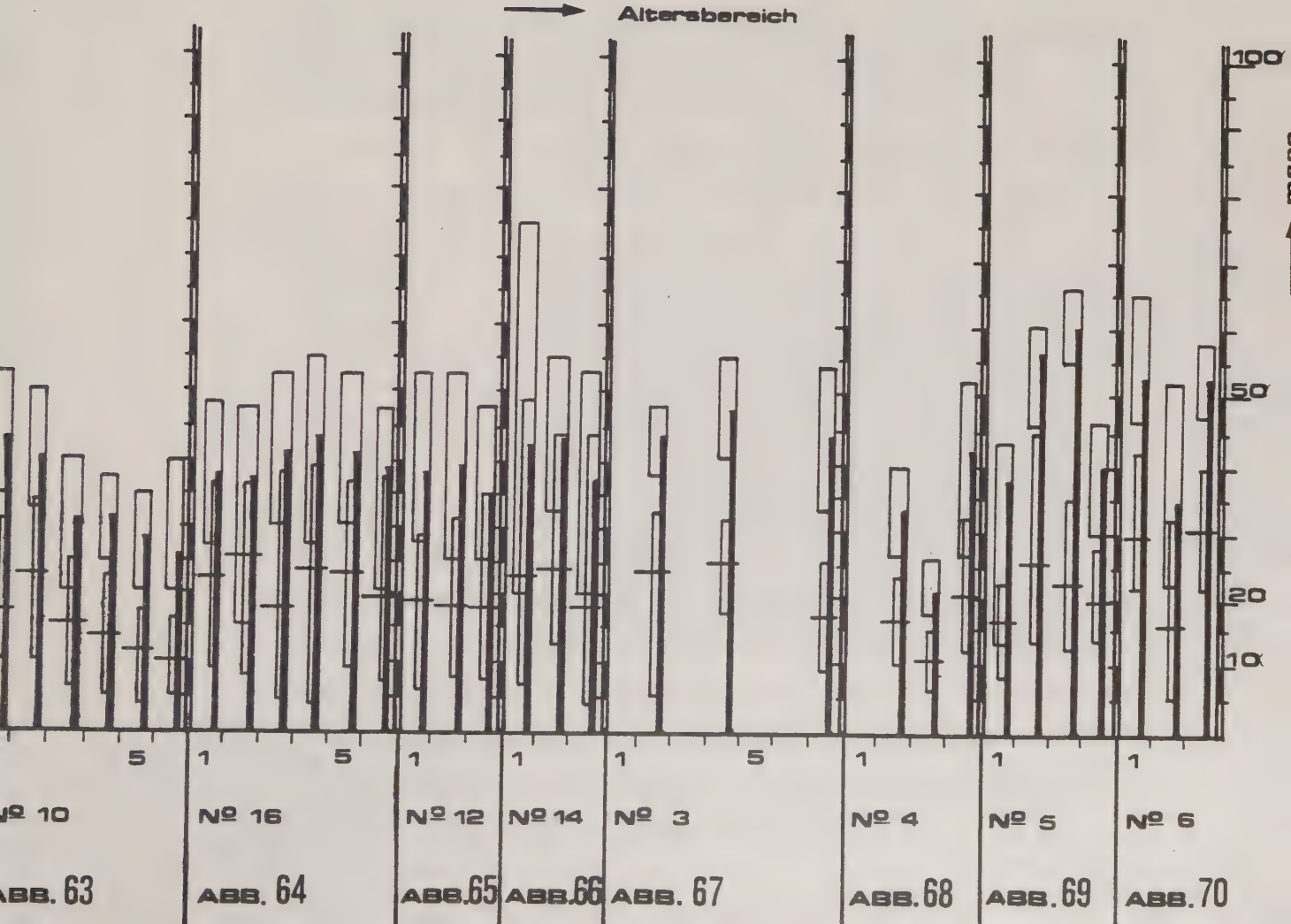


Nº 32 — ABB. 59

Nº 34 — ABB. 60

Nº 43 — ABB. 61

Nº 13 — ABB. 62



Nº 10 — ABB. 63

Nº 16 — ABB. 64

Nº 12 — ABB. 65

Nº 14 — ABB. 66

Nº 3 — ABB. 67

Nº 4 — ABB. 68

Nº 5 — ABB. 69

Nº 6 — ABB. 70

Tab. 22 Rufdauer, signifikante Unterschiede zwischen den aufeinanderfolgenden Altersbereichen eines Kükens (Vergleich der Mittelwerte nach dem Students-t-Test)

Küken / Altersbereich → Altersbereich	1o	12	13	14	16	32	34	43
1-2	$-^4$	$+^4$	$-^1$	$-^4$	$-^4$	./.	./.	$+^1$
2-3	$+^1$	$+^1$	$+^3$	$-^2$	$+^1$	$-^2$	$+^2$	$-^4$
3-4	$+^2$	¤	$-^1$	¤	$+^1$	$-^4$	$+^4$	$+^1$
4-5	$-^4$	¤	$+^1$	¤	$-^4$	$+^1$	$-^4$	$-^4$
5-6	$-^4$	¤	$+^1$	¤	¤	$+^3$	$-^1$	$-^4$
6-7	¤	¤	¤	¤	¤	$+^1$	$-^4$	$+^1$
7-8	¤	¤	¤	¤	¤	$-^4$	$+^1$	$-^4$
8-9	¤	¤	¤	¤	¤	$-^4$	$+^3$	$-^4$
9-1o	¤	¤	¤	¤	¤	$-^4$	$+^3$	$+^1$
1o-11	¤	¤	¤	¤	¤	$+^1$	¤	¤

SIGNIFIKANZ vgl. Tab. 23

Tab. 23 Zeitliche Differenz vom Rufanfang bis zu der grössten Amplitude des Oszillogrammes (Vergleich der Mittelwerte nach dem Students - t-Test; sämtliche ausgewerteten Rufe aller Altersbereiche pro Küken)

Küken / Küken	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	43
3	X	$+^2$	$-^4$	$-^2$	$-^1$	$+^1$	$-^3$	$-^1$	$-^4$	$-^4$	$+^3$	$-^3$	$+^3$
4	$+^2$	X	$+^2$	$+^1$	$-^4$	$-^4$	$+^4$	$-^4$	$+^2$	$+^1$	$+^1$	$-^2$	$-^1$
5	$-^4$	$+^2$	X	$-^2$	$-^1$	$+^1$	$-^3$	$+^4$	$-^4$	$-^4$	$+^3$	$-^4$	$-^4$
6	$-^2$	$+^1$	$-^2$	X	$+^1$	$+^1$	$+^3$	$+^3$	$-^2$	$-^3$	$-^4$	$+^3$	$-^2$
7	$-^1$	$-^4$	$-^1$	$+^1$	X	$-^4$	$-^3$	$-^4$	$-^1$	$-^2$	$+^1$	$-^1$	$-^3$
1o	$+^1$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$-^4$	X	$+^1$	$-^2$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$
12	$-^3$	$+^4$	$-^3$	$+^3$	$-^3$	$+^1$	X	$-^1$	$-^1$	$+^3$	$+^1$	$-^4$	$-^4$
13	$-^1$	$-^4$	$+^4$	$+^3$	$-^4$	$-^2$	$-^1$	X	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$-^2$	$+^3$
14	$-^4$	$+^2$	$-^4$	$-^2$	$-^1$	$+^1$	$-^1$	$+^1$	X	$-^4$	$+^1$	$+^4$	$-^4$
16	$-^4$	$+^1$	$-^4$	$-^3$	$-^2$	$+^1$	$+^3$	$+^1$	$-^4$	X	$+^1$	$+^4$	$-^3$
32	$+^3$	$+^1$	$+^3$	$-^4$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	$+^1$	X	$+^1$	$+^1$
34	$-^3$	$-^2$	$-^4$	$+^3$	$-^1$	$+^1$	$-^4$	$-^2$	$+^4$	$+^4$	$+^1$	X	$-^2$
43	$+^3$	$-^1$	$-^4$	$-^2$	$-^3$	$+^1$	$-^4$	$+^3$	$-^4$	$-^3$	$+^1$	$-^2$	X

SIGNIFIKANZ

Irrtumswahrscheinlichkeit:

$+^1$ α = o.oo1
$+^2$ α = o.oo2
$+^3$ α = o.o1o
$+^4$ α = o.o2o

$-^1$ α = o.o5o
$-^2$ α = o.1oo
$-^3$ α = o.25o
$-^4$ $\alpha \geq$ o.5oo

3.2.2.2 Rufaufbau

Als ein Untersuchungsparameter des Rufaufbaues wurde die zeitliche Differenz zwischen Rufanfang und dem Amplitudenmaximum des Oszillogrammes gewählt. Dieser Untersuchungsparameter wird im folgenden Teil nur - verkürzt - "Differenz" genannt. Die Mittelwerte dieser "Differenz" liegen im allgemeinen bei allen Küken zwischen 1o msec und 3o msec (Abb. 58 - 7o; Tab. 24). Im Vergleich zu den anderen Küken zeigen die Küken 32, 43, 14, 16 und 6 höhere Werte. Bei Küken 1o fällt der Mittelwert der "Differenz" mit zunehmendem Alter ab . Diese Tendenz ist auch bei Küken 5 und 34 festzustellen. Küken 12 zeigt relativ konstante Werte.
Die Gesamtheit aller gefundener Werte der "Differenz" pro Küken (alle Altersbereiche) wurde auf signifikante Unterschiede getestet (Students-t-Test ; vgl. Kap.3.1). Bei den 78 Vergleichsmöglichkeiten Küken gegen Küken ergaben sich 41mal keine signifikanten Unterschiede und 37mal wurde eine Signifikanz festgestellt (Tab. 23). Die Geschwisterpaare Küken 1o und 16 sowie 32 und 34 zeigen eine hohe Signifikanz (α =o.oo1). Auffallend ist, daß Küken 7 nur gegenüber den Küken 6 und 32 signifikante Unterschiede aufweist. Das Küken 32 zeigt - ausgenommen Küken 6 - allen anderen gegenüber eine signifikant andere Verteilung der gefundenen Werte der "Differenz".

Die Rhythmik der Rufe ist durch die Abb. 71 - 8o wiedergegeben. Die hier aufgezeigten Oszillogramme der Lautäußerungen sind bei allen Küken altersunabhängig anzutreffen . Ausgenommen hiervon ist der in Abb. 8o vorgestellte Ruf , der nur bei Küken 43 in den Altersbereichen 2 und 3 zu beobachten war. Bei keinem anderen Küken ergab das Oszillogramm einer Lautäußerung ein ähnliches Bild. Da die Aufnahmesituationen immer dieselben waren , kann auch keine situationbezogene Unterscheidung in verschiedene Ruftypen getroffen werden, zudem optisch sehr unterschiedliche Rufe ähnliche Frequenzanalysen ergaben (z.B. Abb. 48 und 73, 49 und 74).

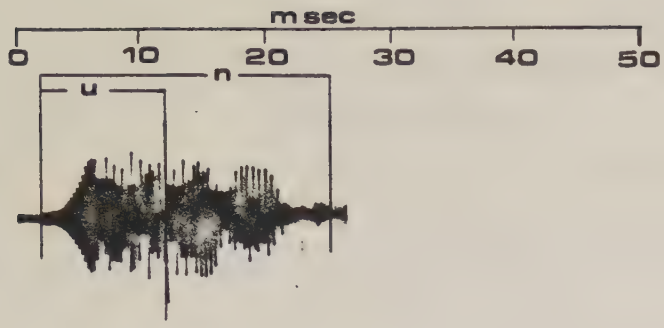
Tab. 24 Zeitliche Differenz vom Rufanfang bis zu der größten Amplitude des Oszillogrammes; Mittelwerte der Küken (pro Lebenstag und Altersbereich) in msec

Lebenstag, Altersbereich	KÜKEN												
	Freilandbruten					Künstliche Aufzuchten							
	3	4	5	6	7	1o	12	13	14	16	32	34	
o1						†	17.9	†	15.7	16.3	†	†	†
o2						16.8	19.7	24.4	21.0	25.8	†	16.8	18.
o3						18.8	19.9	16.9	31.1	24.6	†	†	11.
AB 1	†	†	15,8	29,6	12,7	17,8	19,2	2o,6	22,6	22,2	†	{16,8}	15,2
o4						26.8	24.1	09.4	24.1	28.6	†	29.5	14.
o5						24.9	2o.2	12.1	2o.o	31.6	23.4	25.6	11.
o6						16.7	12.9	23.6	27.2	16.3	34.9	26.1	37.
AB 2	23,1	15,8	25,5	15,9	†	22,8	19,1	15,o	23,8	25,5	28,5	27,3	21,2
o7						12.9	2o.6	†	18.3	25.7	25.4	12.9	24.
o8						17.1	22.6	32.1	11.1	13.4	†	21.4	29.
o9						15.o	13.7	13.8	22.6	14.2	29.2	23.5	35.
AB 3	†	1o,2	23,6	3o,3	†	15,o	19,o	22,9	18,1	17,5	27,6	19,3	27,1
1o						14.1	¤	24.4	¤	28.5	19.9	14.o	1o.
11						13.1	¤	19.6	¤	25.7	27.5	08.4	16.
12						14.2	¤	27.9	¤	16.5	33.5	16.5	14.
AB 4	24,2	2o,1	19,4	◊	†	13,8	¤	23,4	¤	23,6	26,9	13,o	14,3
13						1o.3	¤	05.o	¤	17.5	29.9	12.3	29.
14						14.1	¤	08.4	¤	24.3	†	19.5	17.
15						07.6	¤	†	¤	26.4	39.3	08.6	23.
AB 5	†	◊	◊	◊	2o,4	1o,9	¤	07,5	¤	22,7	34,6	13,8	23,1
16						09.3	¤	07.3	¤	19,1	35.2	23.4	18.
17						1o.6	¤	27.5	¤	¤	34.8	1o.4	2o.
18						1o.9	¤	04.8	¤	¤	33.4	18.6	16.
AB 6	†	◊	◊	◊	†	1o,1	¤	12,2	¤	{19,1}	34,5	17,2	18,4
19						¤	¤	07.5	¤	¤	22.3	1o.6	22.
2o						¤	¤	¤	¤	¤	24.8	16.1	22.
21						¤	¤	¤	¤	¤	†	11.9	16.
AB 7	15,9	◊	◊	◊	†	¤	¤	{07,5}	¤	¤	23,2	13,1	21,4
22						¤	¤	¤	¤	¤	27.9	26.6	32.
23						¤	¤	¤	¤	¤	18.9	21.8	19.
24						¤	¤	¤	¤	¤	06.7	22.5	24.
AB 8	◊	◊	◊	◊	†	¤	¤	¤	¤	¤	17,9	23,6	25,3
25						¤	¤	¤	¤	¤	17.8	41.o	26.
26						¤	¤	¤	¤	¤	2o.5	4o.5	28.
27						¤	¤	¤	¤	¤	16.o	24.o	27.
AB 9	◊	◊	◊	◊	17,5	¤	¤	¤	¤	¤	18,o	3o,3	27,3
28						¤	¤	¤	¤	¤	17.5	22.5	22.
29						¤	¤	¤	¤	¤	13.5	26.3	15.
3o						¤	¤	¤	¤	¤	†	16.o	09.
AB 1o	◊	◊	◊	◊	◊	¤	¤	¤	¤	¤	15,5	21,9	14,2
31						¤	¤	¤	¤	¤	17.o	31.5	¤
32						¤	¤	¤	¤	¤	25.5	¤	¤
33						¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤	¤
AB 11	◊	◊	◊	◊	◊	¤	¤	¤	¤	¤	21,3	{31,5}	¤

Legende vgl. Tab. 11

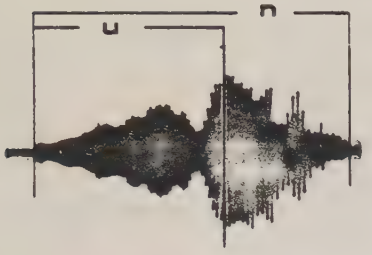
Abb. 71 - 75: OSZILLOGRAMME

n = Ruflänge u = Länge zwischen Rufanfang und Amplidenmaximum



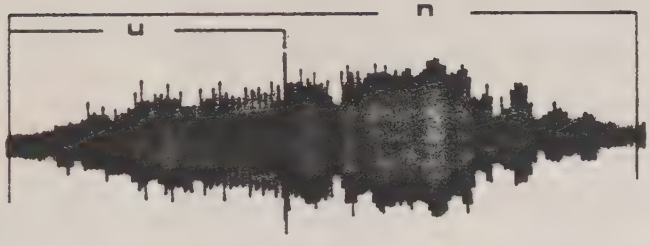
N° 43 ; Alter: 1o d
Rufnr. 43o367
n = 23 msec
u = o8 msec

A b b . 71
(Abb. 46: Frequenzanalyse zu diesem Ruf)



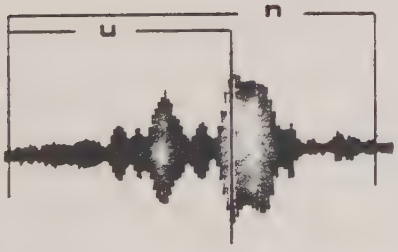
N° 13 ; Alter: 5 d
Rufnr. 13o411
n = 25 msec
u = 15 msec

A b b . 72



N° 32 ; Alter: 9 d
Rufnr. 32o241
n = 5o msec
u = 22 msec

A b b . 73
(Abb. 48: Frequenzanalyse zu diesem Ruf)



N° 12 ; Alter: 7 d
Rufnr. 12o731
n = 29 msec
u = 18 msec

A b b . 74
(Abb. 49: Frequenzanalyse zu diesem Ruf)

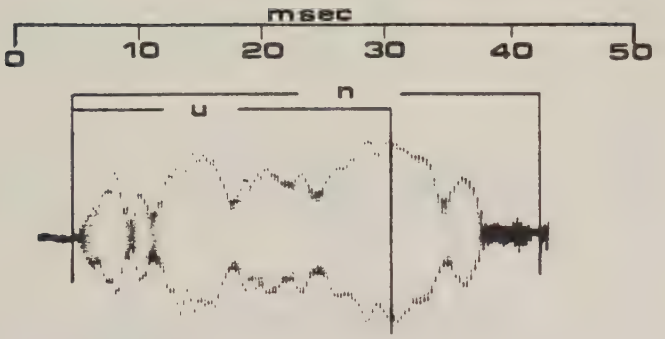
N° 7 ; Alter: 26 d
Rufnr. o7o1o1
n = 24 msec
u = 1o msec

A b b . 75
(Abb. 51: Frequenzanalyse zu diesem Ruf)

Abb. 76 - 80: OSZILLOGRAMME

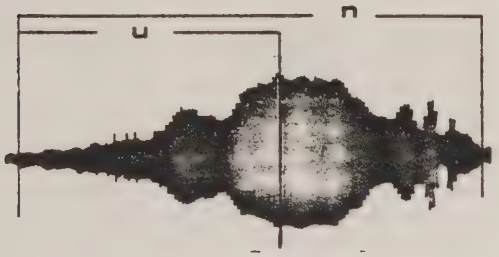
n = Ruflänge

u = Länge zwischen Rufanfang und Amplitudenmaximum



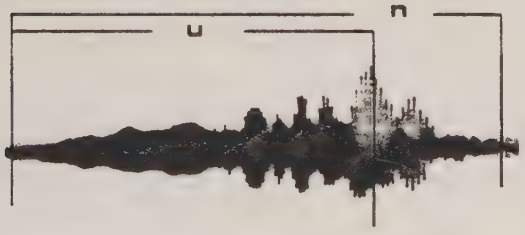
N° 14 ; Alter: 9 d
Rufnr. 14o78o
n = 37 msec
u = 26 msec

Abb. 76
(Abb. 52: Frequenznalyse zu diesem Ruf)



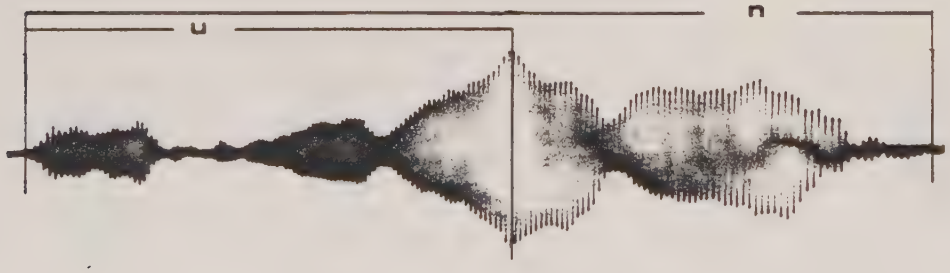
N° 34 ; Alter: 16 d
Rufnr. 3411o5
n = 37 msec
u = 22 msec

Abb. 77
(Abb. 53: Frequenzanalyse zu diesem Ruf)



N° 13 ; Alter: 3 d
Rufnr. 13o391
n = 4o msec
u = 3o msec

Abb. 78
(Abb. 55: Frequenzanalyse zu diesem Ruf)



N° 14 ; Alter: 3
Rufnr. 14o51o
n = 74 msec
u = 4o msec

Abb. 79
(Abb. 56: Frequenzana
zu diesem Ruf)

N° 43 ; Alter:
Rufnr. 43o27o
n = 78 msec
u = 17 msec

Abb. 80

3.2.2.3 Zusammenfassung der Oszillogramm-Auswertung

Von jedem frequenzanalytisch ausgewerteten Ruf wurde ein Oszillogramm erstellt. Bei der Auswertung der Oszillogramme wurden drei Vergleichskriterien zugrunde gelegt:

1. die zeitliche Dauer der Lautäußerung (Rufdauer),
2. die zeitliche Dauer zwischen dem Rufanfang und dem Amplitudenmaximum des Oszillogrammes ("Differenz") und
3. der allgemeine Rufaufbau (Rhythmik).

Die Ruflänge sowie die "Differenz" werden anhand von graphischen Darstellungen pro Küken und Altersbereichen miteinander verglichen (Abb. 58-7o), der allgemeine Rufaufbau wird durch einige exemplarisch ausgewählte Oszillogramme dargestellt (Abb.71-8o).

Die Rufdauer der Lautäußerungen schwankt im Mittel allgemein zwischen 2o msec und 6o msec. Deutlich längere Rufe werden nur von zwei Küken geäußert, hier aber auch nur in den ersten Lebenstagen. Mit zunehmendem Alter werden die Lautäußerungen einiger Küken kürzer, bei anderen schwanken die ermittelten Werte pro Altersbereich stark oder bleiben etwa konstant. Das Mittel der "Differenz" liegt meist zwischen 1o msec und 3o msec.

Sowohl die Rufdauer als auch die "Differenz" wurden unter Ausnutzung sämtlicher ausgewerteten Lautäusserungen eines Kükens (alle Altersbereiche) gegen die der anderen Küken verglichen (Student-t-Test ; vgl. Kap. 3.1). Die Ergebnisse dieser Tests sind in den Tabellen 19 und 23 vorgestellt. Es zeigt sich hier, daß bei den sich bietenden 78 Vergleichsmöglichkeiten die Küken zu 73 % in einem der beiden bzw.in beiden Vergleichsparametern signifikante Unterschiede aufweisen. Ebenso wie bei dem entsprechenden Vergleich der Ergebnisse der Frequenzanalysen (vgl. Kap. 3.2.1) zeigen auch hier die Küken der Freilandbruten gegeneinander verglichen weniger signifikante Unterschiede als die Küken der künstlichen Aufzuchten gegeneinander gestellt.

Die Geschwisterpaare Küken 1o und 16 sowie Küken 32 und 34 zeigen gegeneinander verglichen bei beiden Vergleichsparametern deutliche „signifikante Unterschiede in der Verteilung der Mittelwerte (α = o.oo1).

Der Vergleich der Mittelwerte bezogen auf die einzelnen Altersbereiche wurde nur an drei Küken durchgeführt. Wie auch schon bei dem Vergleich der gesamten ausgewerteten Lautäußerungen der einzelnen Küken gegeneinander zeigen sich hier ebenfalls meist signifikante Unterschiede (Tab. 2o).

Die aufeinanderfolgenden Altersbereiche eines jeden Küken ergeben gegeneinander verglichen kein klares Bild, Signifikanzen sind hier nicht so häufig zu beobachten wie bei den Vergleichen zwischen entsprechenden Werten mehrerer Küken gegeneinander.

Aus dem allgemeinen Rufaufbau der Lautäußerungen (Rhythmik) lassen sich weder Schlüsse auf individuelle, altersbedingte oder verhaltensbezogene Unterschiede zwischen den Küken treffen . Alle festgestellten, scheinbar optisch verschiedenen, Oszillogramme zeigen meist gleiche Frequenzanalysen und sind - bezogen auf das menschliche Gehör - voneinander nicht zu unterscheiden. Sie treten bei allen Küken unabhängig vom Alter auf.

4 DISKUSSION

Zu einem praenatalen Zeitpunkt findet bei dem Säbelschnäblern im Gegensatz zu den auf Klippen brütenden Trottellummen (TSCHANZ 1964 und 1969; WEHRLIN 1977) keine Prägung der Küken auf die Stimmen der Eltern statt, ebensowenig eine auf andere akustische Reize. Die Küken der künstlichen Aufzuchten, die schon lange vor der ersten eigenen lautlichen Aktivität mit bestimmten Prägungsreizen (synthetischer Art) beschallt wurden, zeigten in den Wahlversuchen nach dem Schlüpfen keine Reaktion auf ihre "Prägungslaute". Arteigene Lautäußerungen von adulten Vögeln wurden ebenfalls zu diesem Zeitpunkt nicht beachtet. Eine Bevorzugung optischer Parameter (Form, Größe und Färbung) konnte nicht nachgewiesen werden, in Wahlversuchen angebotene Attrappen wurden nicht angenommen. Bei dem Säbelschnäbler scheint es - anders als bei Haushühnern (FANTZ 1957; GOODWIN und HESS 1969) - keine angeborene Bevorzugung einer bestimmten Form zu geben. Einschränkend muß hier vermerkt werden, daß die Wahlmöglichkeiten bezüglich der Attrappen gering waren

(es kamen nur drei verschiedene Attrappen zum Einsatz , die zwei verschiedene Formen und zwei Farbmuster, bzw. Färbungen hatten). Darüber hinaus war die Zahl der Versuchsküken zu gering, als daß eine statistisch absicherbare Aussage getroffen werden könnte . Aus den Ergebnissen der Versuche kann jedoch abgeleitet werden, daß der Bewegungsreiz einer Attrappe (gleich welcher Form und Farbe) für die Küken von Bedeutung ist. Der Einfluß der Bewegungskomponente wurde auch bei Küken des Haushuhns sowie bei jungen Ratten beschrieben (WALK und GIBSON 1961 , zit. in HINDE 1973).

Die Lautäußerungen der Küken beginnen schon zu einem frühen Entwicklungsstadium lange vor dem eigentlichen Schlüpfen . Durch Experimente mit Küken der künstlichen Aufzuchten sowie durch Beobachtungen an den Küken der Freilandbruten wurde versucht , den Sinn dieser praenatalen akustischen Kommunikation zu ergründen. Wie VINCE (1964 und 1966) an den Gelegen der Virginia-Wachtel *(Colinus virginanus)* zeigte, dienen hier sowohl die praenatale akustische Kommunikation als auch Vibrationsreize (die entstehen, wenn ein Küken an der Eischale pickt, die Eltern die Eier wenden etc.) dem synchronisiertem Schlüpfen des Geleges. Das Fehlen dieser Reize führt nach den Untersuchungen der Autorin zu asynchronen Schlüpfen. Durch das fast gleichzeitige Verlassen der Eischale können die Jungen von den Eltern schnell in die Nahrungsreviere geführt werden und sind durch ihre Mobilität gegenüber Freßfeinden geschützter als z.B. Platzhocker oder Nestlinge. Wie die Ergebnisse der Versuche beim Säbelschnäbler zeigen, findet bei dieser Art kein synchronisiertes Schlüpfen des Geleges statt. Die zeitliche Differenz vom Verlassen der Eischale des ersten bis zu dem letzten Küken eines Geleges kann bis zu sechs Tage betragen und im Extremfall führt ein Elternteil schon die ersten Küken in die Nahrungsreviere, während der andere Teil noch brü-

tet. Es ist wahrscheinlich, daß der Empfänger dieser praenatalen akustischen Signale nicht die Geschwister, sondern vielmehr die Eltern sind. Durch diese Verständigung können sich die Eltern vom Brut- auf das Pflegeverhalten umstellen. Auch LORENZ (1932, zit. in TSCHANZ 1969) deutete bei der Graugans *(Anser anser)* die Bedeutung der akustischen Kommunikation zu diesem frühen Zeitpunkt in diesem Sinne.

Das Erkennen der Eltern an der Stimme oder anhand optischer Parameter muß also zu einem postnatalen Zeitpunkt gelernt werden. Dies deckt sich mit den Beobachtungen, die an anderen, ebenfalls koloniebildenden und bodenbrütenden Vogelarten gemacht wurden (Küsten-, Fluß-, Brand-, Eil-, Königsseeschwalben *(Sterna paradisaea, St. hirundo, St. sandvicensis, Thalasseus bergii, Th.maximus)*, BUSSE 1975; HUTCHISON et al. 1968; STEVENSON et al. 197o; DAVIES et al. 197o; BUCKLEY und BUCKLEY 1972; Delawaren-, Bullers-, Azteken-, Lachmöwen *(Larus delawarensis, L. bulleri, L. atricilla, L.ridibundus)*, MILLER und EMLEN 1975; EVANS 197o; BEER 1969, 197oa und 197ob; IMPEKOVEN 1969; Adelie-Pinguine *(Pygoscelis adeliae)*, PENNEY 1962; THOMPSON und EMLEN 1968). Die postnatalen Prägungsversuche an Küken der künstlichen Aufzuchten zeigten, daß in dem Zeitraum zwischen der 2.und der 12.Lebensstunde des Kükens diese auf bestimmte Signale zu reagieren lernen. Diese Signale bestanden meist aus synthetischen akustischen Reizen, bzw.aus den Lautäußerungen von adulten Säbelschnäblern. Im Freiland besteht in diesem frühen Lebensabschnitt unter "Normalbedingungen" meist ein Kontakt mit den Eltern, hier bestehen die Reize, die zu einer Prägung führen, aus den Lautäußerungen der Eltern zum einen und der Form, Größe und Färbung des Säbelschnäblers zum anderen. Die Küken der künstlichen Aufzuchten wurden in den ersten Lebensstunden mit individuell unterschiedlichen Signalen beschallt. Jedes Küken erhielt seinen akustischen "Prägungsreiz". Anschlies-

send wurden die Reaktionen auf diese Reize durch Wahlversuche getestet. Hier zeigte sich, daß die akustische Komponente bei der Erkennung der Eltern ausschlaggebend sein muß. Die optischen Gegenreize, die aus vogelähnlichen Attrappen bestanden und verschiedene Formen, Größen und Färbungen besaßen, konnten als Gegenreiz zu einem akustischen "Prägungsreiz" keine positiven Reaktionen in den Wahlversuchen auslösen. Die Zuordnung einer Attrappe zu dem akustischen Reiz wirkte bezogen auf die positiven Reaktionen der Küken verstärkend. Anders als bei den Küken des Haushuhnes (FANTZ 1957) scheinen bestimmte Formen einer Attrappe nicht bevorzugt zu werden. Die Färbung der Attrappe erwies sich ebenfalls als belanglos. Zu ähnlichen Resultaten kommen SMITH und HOYES (1961) bezüglich der Farbe in ihren Versuchen mit Küken vom Haushuhn. Ein Bewegungsreiz zeigte in den Versuchen eine verstärkende Wirkung auf die Reaktionen (HINDE et al. (1956) beobachteten ebenfalls die stimulierende Wirkung des Bewegungsreizes bei Teichrallen und Bleßrallen *(Gallinula chloropus, Fulica atra)*. Die Küken, die auf synthetische Laute geprägt waren, reagierten auch teilweise auf rückgespielte Lautäußerungen von adulten Säbelschnäblern in den Wahlversuchen. Hier ist jedoch die Zahl der durchgeführten Versuche und die der Versuchsküken zu gering, als daß eine Vermutung über eine angeborene Bevorzugung arteigener Laute aufgestellt werden könnte. Weitere Versuchsreihen wären zur Klärung dieser Frage notwendig. Auf die Lautäußerungen anderer Säbelschnäblerküken erfolgte ebenfalls meist eine positive Reaktion. Dies dürfte seinen Ursprung in der ständigen akustischen Kommunikation haben, in der die Küken Tag und Nacht standen. Es war bedauerlicherweise, bedingt durch die räumliche Enge der zu der Vogelwärterstation gehörigen Hütte im NSG nicht möglich, einige Küken als Kontrolle total isoliert aufzuziehen.

Aufgrund der Bewertungskriterien für die Reaktionen der Küken in den Wahlversuchen ergeben sich unver-

hältnismäßig viele als unschlüssig gewertete Reaktionen . Es ist anzunehmen, daß ein Großteil davon vom Ansatz her eine positive Reaktion darstellt, die in der Bewertung als positive Reaktion notwendigen Kriterien durch Störungen nicht erfüllt werden konnten. Unwillkürliche kleine Bewegungen des Protokollanten sowie störende Geräusche in dem Versuchsraum (Schaltgeräusche des Tonbandgerätes, Atemgeräusche etc.) haben möglicherweise das Verhalten der Versuchsküken beeinflußt.Trotz dieser Mängel erwies es sich jedoch als vorteilhaft, die Wahlversuche mit den Küken der künstlichen Aufzucht in der Hütte durchzuführen, da sich bei einigen Kontrollversuchen im Freilandgehege zeigte, daß hier weit mehr Störfaktoren die Küken beeinflußten. Vor allem waren hier die Lautäußerungen anderer Vogelarten sowie deren Überflüge und an der Hütte brütende Rauchschwalben *(Hirundo rustica)* zu nennen. Bei den Wahlversuchen mit den Küken der Freilandbruten konnten allerdings diese Störfaktoren nicht ausgeschlossen werden, da der Transport der jeweiligen Versuchsküken zu der Hütte mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden gewesen wäre, der eine Rückführung zu den Eltern erschwert oder gar unmöglich gemacht hätte . Da alle im NSG brütenden Möwenarten *(Larus argentatus, L.canus, L.ridibundus)* von Säbelschnäblern als potentielle Gelege- und Kükenräuber erkannt werden , könnten die Küken der Freilandbruten durch das Verhalten der Eltern diese Gefahr zu erkennen gelernt haben und sich entsprechend verhalten (Fluchtverhalten, sich ducken etc). Aus diesem Grund erscheinen die Reaktionen bei den Wahlversuchen hier nicht ganz so eindeutig, wie bei den Küken der künstlichen Aufzucht. Es konnte aber auch hier trotz der vielen Störungen ein Erkennen der Eltern an der Stimme dokumentiert werden ; die Lautäußerungen fremder adulter Säbelschnäbler zeigten keine positive Reaktion.

Durch Rückspielversuche im Freiland sollte die Bedeutung der akustischen Parameter bei dem persön-

lichen Erkennen der eigenen Küken dargestellt werden. Aus technischen Gründen konnte zu den jeweiligen Versuchen keine Attrappe geboten werden, die der kontinuierlichen Veränderung der Küken (Größe, Färbung etc.) Rechnung getragen hätte. Aus diesem Grund wurde in diesen Versuchen auf optische Gegenreize verzichtet und nur die Beeinflussung der Eltern auf die Lautäußerungen der eigenen sowie der von fremden Küken geprüft. In der ersten Phase, in der das Kennenlernen der eigenen Brut theoretisch vonstatten gehen könnte (die Küken sind noch nicht geschlüpft, geben aber schon Lautäußerungen von sich), sind die Altvögel noch nicht in der Lage, ihre Brut persönlich zu erkennen. Auf die rückgespielten Lautäußerungen der eigenen Brut erfolgte ebensowenig eine Reaktion wie auf die von fremden Bruten (in einem entwicklungsmäßig gleich weiten Stadium und auch auf die Rufe schon geschlüpfter Küken). Durch ein einfaches Vertauschen der schlüpfenden Küken an mehreren Gelegen konnte nachgewiesen werden, daß Säbelschnäbler weder ihre Eier an der Färbung oder Fleckung noch ihre schlüpfenden Küken erkennen, denn die eingetauschten Eier wurden sofort angenommen. Ähnlich verhält sich auch die Silbermöwe zu ihrem Gelege (TÖRNE 1938; BAERENDS 1962; PETERS und LÄNGE 195o; TINBERGEN 1958), auch bei Sturmmöwen sind die Eier und die Küken direkt nach dem Schlüpfen austauschbar (eigene Beobachtungen und Versuche).

Wurden die Rückspielversuche zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt (etwa 6 - 1o Stunden nach dem Schlüpfen der Küken), so reagierten die Eltern in den meisten Fällen positiv auf die Lautäußerungen der Küken und suchten intensiv in der Umgebung des Lautsprechers nach ihrer Nachkommenschaft. Innerhalb der ersten Lebensstunden der Küken muß also das persönliche Kennenlernen stattgefunden haben, da auf die Lautäußerungen von fremden Säbelschnäblerküken

nie eine Reaktion erfolgte. Zu diesem Zeitpunkt war auch ein Austausch der Küken nicht mehr möglich, das Erkennen der eigenen Brut setzt also wesentlich früher ein als beim Haushuhn, bei dem in den ersten zwei Lebenstagen die Küken noch austauschbar sind (RAMSAY 1951) oder bei Delawarenmöwen. Hier verstreichen sogar die ersten fünf Lebenstage, bevor die Küken erkannt werden (MILLER und EMLEN 1975).
Da Delawarenmöwen trotz des Erkennens der eigenen Küken jederzeit ältere eingetauschte Küken, nie aber jüngere annehmen (MILLER und EMLEN 1975), wurden derartige Austauschversuche auch am Säbelschnäbler durchgeführt. Egal ob die eingetauschten Küken gleichaltrig, älter oder jünger waren, es sich um Freilandküken oder um Küken der künstlichen Aufzucht handelte, nie wurden die eingetauschten Küken von den Altvögeln angenommen. Vertreibungsmaßnahmen gegenüber den fremden Küken wurden nur einmal protokolliert. Dabei hatten sich Altvogel und Küken zufällig zu sehr genähert und es wurde nach dem Küken gepickt. In allen anderen Fällen wurden die Küken auch in der Nähe nicht beachtet. Diese Beobachtungen widersprechen denen von MAKKING (1936), der fest determinierte Aufzuchtsreviere bei Säbelschnäblern beschreibt, die inter- und intraspezifisch (auch gegen andere Küken) verteidigt werden. Entgegen weiteren Ausführungen von MAKKING konnten auch große räumliche Verschiebungen der Aufenthaltsorte festgestellt werden, "Wanderungen" einer Familie bis zu einem Kilometer pro Tag waren möglich. Es kann also für den Bereich des NSG nicht von festen Aufzuchtsrevieren gesprochen werden. Vermutlich kommt es in den weiträumigen Nordseewatten mit ihrem Vorland - hier untersuchte MAKKING das Verhalten dieser Art - zu der Bildung solcher Reviere, die in Oehe-Schleimünde aufgrund der geringen Größe der Wattgebiete und der verhältnismäßig dichten Population räumlich nicht möglich ist.

Mit zunehmendem Alter der eigenen Küken läßt auch die Bereitschaft der Eltern nach, bei den Rückspielversuchen im Bereich der Schallquelle nach ihrer Brut zu suchen. Dieses Nachlassen der Reaktionen auf die akustischen Signale, das etwa mit dem 1o. - 14. Lebenstag des Kükens beginnt, dürfte seinen Ursprung in der fortschreitenden Mobilität und Selbstständigkeit ebenso haben wie in der verminderten Gefahr, durch Kükenräuber gefressen zu werden.
Auf die einige Tage alten Lautäußerungen der eigenen Brut erfolgte von den Eltern bei den Rückspielversuchen selten eine Reaktion. Daraus kann abgeleitet werden, daß die Lautäußerungen der Küken einem kontinuierlichen Wandel unterlegen sind, der auch von den Eltern durch die ständige Kommunikation mit der Brut unbewußt gelernt werden dürfte.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß bei der Kükenerkennung die akustischen Parameter die wirkungskräftigsten sind. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten der Untersuchungen an Virginia-Wachteln sowie an Braut- und Moschusenten *(Aix sponsa, Cairina moschata)* (PORTER und STETTNER 1968; KLOPFER 1959 b, zit. in KLOPFER 1959 a).

Eigentliche Kükenlaute, wie z.B. das "Weinen beim Verlassenwerden", fehlen den Säbelschnäblerküken, sie zeigen wie die Nachkommenschaft der Austernfischer *(Haematopus ostralegus)* im wesentlichen einen Lauttyp, der mit "gib gib" oder mit "klüt" beschrieben wird (FRISCH 1959).
Aus der Verfeinerung der Kükenlaute entwickelt sich bei vielen Arten das Lautrepertoire der Altvögel (Möwenarten: MOYNIHAN 1962; Haushuhn: ANDREW 1963). Die normalen Kükenlaute werden von den Säbelschnäblerküken bei Angst in rascher Folge vorgetragen (eigene Beobachtungen 1978-8o; FRISCH 1959). Ansonst dienen sie der Stimmfühlung. Es wurden die ruhig vorgetragenen Lautäußerungen der Küken frequenzanalytisch ausgewertet und oszillographiert. Die Frequenzanalysen und

Oszillogramme wurden nach sieben verschiedenen Kriterien gegeneinander ausgewertet (absolutes Frequenzmaximum, Frequenznebenmaxima, unterste und oberste Frequenzgrenze, Frequenzspanne, Rufdauer, Rufaufbau). Bei fünf dieser sieben Unterscheidungskriterien wurden die pro Küken und Alter gefundenen Werte gegen die der anderen Küken auf signifikante Unterschiede getestet. Der Vergleich Küken gegen Küken zeigt, daß meist signifikante Unterschiede bei mehreren Vergleichsparametern bestehen. Die festgestellten Unterschiede weisen wahrscheinlich eine höhere Signifikanz auf als hier dargestellt, da ein sehr grobes Raster bei der Auswertung angelegt wurde (Frequenzbereiche von 5oo Hz bei der Auswertung der Frequenzanalysen, bzw. 2,5 msec bei den Oszillogrammen). Der Vorteil einer solchen Grobeinteilung ist darin zu sehen, daß kleinere Meßfehler das Gesamtbild nur in einem geringen Maße oder gar nicht beeinflussen. Durch die Grobrasterung können feinere Unterschiede allerdings schlechter oder im Extremfall garnicht dargestellt werden.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1978 bis 1980 wurden während der Brutzeiten in dem Naturschutzgebiet "Seevogelfreistätte Oehe-Schleimünde" (54°41' N, 09°58' E; Bundesrepublik Deutschland, Ostseeküste) Untersuchungen am dort brütenden Säbelschnäbler *(Recurvirostra avosetta)* durchgeführt. Im Rahmen dieser Versuche und Beobachtungen sollten Fragen zur Prägung bei dieser Vogelart geklärt werden. Untersucht wurden die Küken der Freilandbruten sowie - zur Kontrolle - künstlich in der Vogelwärterstation des NSG erbrütete Küken auf den Zeitpunkt der Prägung und auf die die Prägung auslösenden Komponenten (akustische und optische Reize). Die Versuchsergebnisse bei allen Küken ergaben, daß zu einem praenatalen Zeitpunkt keine Prägung erfolgt. Zwischen der 2. und 12. Lebensstunde konnten hingegen die Prägungsversuche an den Küken der künstlichen Aufzucht erfolgreich abgeschlossen werden. Die Wahlversuche zeigten, daß auf bekannte akustische Reize (synthetisierte Signale, mit diesen wurden die Küken in den ersten Lebensstunden beschallt) eine klare positive Reaktion erfolgte. Als Gegenreiz zu den akustischen Signalen oder allein wurden in Form von Attrappen optische Signale geboten. Dieser optische Parameter allein wurde in den Versuchen nicht beachtet, in Verbindung mit einem "Prägungssignal" übt er allerdings eine die positive Reaktion verstärkende Wirkung aus. Wird dieser Reizkombination ein Bewegungsreiz zugeordnet, so ist die wirkungsvollste Kombination erreicht. Durch diese Versuche konnte die Vermutung bestätigt werden, daß die Säbelschnäblerküken in der Lage sind, ihre eigenen Eltern "persönlich" an der Stimme zu erkennen. Diejenigen Laute, die in dem beschriebenen Zeitraum nach dem Schlüpfen oftmals gehört werden, werden als "Elternlaute" anerkannt. Auch die Wahlversuche mit Küken der Freilandbruten zeigten, daß nur auf die Stimmen der eigenen Eltern eine posi-

tive Reaktion erfolgte , nie aber auf die Lautäusserungen von " fremden " adulten Säbelschnäblern. Das Verhalten der Küken gegenüber fremden Säbelschnäblern in den Austauschversuchen bestätigte ebenfalls das Erkennen der eigenen Eltern;es wurde hier nie die Nähe eines "Ersatzelter" gesucht.Auch die Altvögel nahmen in diesen Versuchen von den eingetauschten Küken keine Notiz, sondern suchten ihre weggenommene eigene Brut ; Adoptionen fanden nie statt. Das in der Literatur beschriebene Vertreiben fremder arteigener Küken aus den sogenannten Aufzuchtsrevieren (MAKKING 1936)konnte nie beobachtet werden. Die Rückspielversuche, die mit den brütenden oder den jungeführenden Säbelschnäblern durchgeführt wurden, dokumentieren das persönliche Erkennen der eigenen Küken anhand akustischer Parameter. Auf die zu Versuchsbeginn tontechnisch aufgenommenen Lautäußerungen der eigenen Küken reagierten die Eltern mit einem ausgeprägten Suchverhalten in der Nähe der Schallquelle (Lautsprecher), das in seiner Intensität während des ganzen Versuches nicht nachließ.Auf die Lautäußerungen von fremden Säbelschnäblerküken sowie auf die der Eigenbrut (diese Rufe stammten aus den Aufnahmen , die einige Tage zuvor gemacht wurden) erfolgte nie das als Bewertungsgrundlage gewählte Suchverhalten. Auch das Erkennen der eigenen Brut persönlich an der Stimme erfolgt in den ersten Lebensstunden des Kükens . Auf rückgespielte Lautäußerungen von schlüpfenden oder gerade geschlüpften Küken konnte in den Rückspielversuchen keine positive Reaktion der Eltern protokolliert werden.

Die akustische Kommunikation, in der die Küken miteinander während des Schlüpfens stehen, führt, anders als bei der Virginia-Wachtel *(Colinus virginianus)* nicht zu einem synchronisierten Schlüpfen des ganzen Geleges. Empfänger für die vor und während des Schlüpfens geäußerten Lautäußerungen dürften die Eltern sein , denen damit der Wechsel vom Brut- zu dem Pflegeverhalten erleichtert wird.

Die Lautäußerungen der Küken aus künstlicher Aufzucht sowie die einiger Küken der Freilandbruten wurden frequenzanalytisch und durch Oszillogramme auf individuelle und altersbezogene Unterschiede untersucht. Dabei wurden insgesamt sieben Vergleichsparameter zugrunde gelegt (1. das absolute Frequenzmaximum eines Rufes, 2. die darin enthaltenen Frequenz-Nebenmaxima, 3. die unterste feststellbare Frequenzgrenze sowie 4. die oberste feststellbare Frequenzgrenze eines Rufes und daraus resultierend 5. die Frequenzspanne, 6. die Rufdauer und 7. der Rufaufbau). Auf statistisch absicherbare Unterschiede in der Verteilung der Mittelwerte wurden mit Ausnahme des Rufaufbaues alle getestet. Hier wurden bei den Vergleichen Altersbereiche, die drei Lebenstage umfassen, zugrunde gelegt. Es zeigte sich, daß sich die Lautäußerungen der Küken mindestens in einem Vergleichsparameter signifikant unterscheiden, in der Regel aber meist in mehreren. Die festgestellten Signifikanzen sind meist auf einem hohen Niveau der Irrtumswahrscheinlichkeit (α = o.oo1). Anhand dieser Unterschiede dürften die Eltern in der Lage sein, ihre eigenen Küken zu erkennen.

6 LITERATUR

(+ aus der im Text angegebenen Stelle entnommene Literaturzitate)

ALLEY, R.; BOYD, H. 195o : Parent-young recognition in the Coot
IBIS 92, 46-51

ANDREW, R.J. 1964 : The development of adult responses from responses given during imprinting by domestic chicks
Animal Behaviour 12, 542-548

BAERENDS, G.P. 1962 : La reconnaisance de l'œuf par la Goéland argenté
Bulletin de la Société scientifique de Bretagne 37, 193-2o7

BATESON. P.P.G. 1964: An effect of imprinting on the perceptual development of domestic chick
Nature 2o2, 49o-492

BEER, C.G. 1969 : Laughing Gull chicks: recognition of their parents' voices
Science 166, 1o3o-1o32

BEER, C.G. 197o a : On the responses of Laughing Gull chicks to the calls of the adults
I. Recognition of the voices of the parents
Animal Behaviour 18, 652-66o

BEER, C.G. 197o b : On the responses of Laughing Gull chicks to the calls of the adults
II. Age changes and responses to differents
Animal Behaviour 18, 661-677

BUCKLEY, P.A.; BUCKLEY, G.F. 1972 : Individual egg and chick recognition by adult Royal Terns
British Journal of Animal Behaviour 2o, 457-462

BUSSE, K. 1975 : Vergleichende Untersuchungen zum Fortpflanzungsverhalten und zum Problem der arttrennenden Mechanismen an Fluß- und Küstenseeschwalbe *(Sterna hirundo L. und St.paradisaea PONT.)* auf der Hallig Norderoog
Dissertation, Universität Hamburg

COLLIAS, N.E. 1952 : The development of social behaviour in birds
The AUK 69, 127-159

CAMPBELL, R.C. 1967 : Statistic for biologists
Cambridge University Press

+ CHRISTIANSEN, W. 1931 : Beobachtungen an Dauerquadraten auf der Lotseninsel Schleimünde
Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, Bd. XXII

DAVIES, S.J.J.F.; CARRICK, R. 1962 : On the ability of Crested Terns to recognize their own chicks
Australian Journal of Zoologie 1o, 171-177

DORST, J. 1972 : Die Vögel in ihrem Lebensraum
Enzyklopädie der Natur; Edition Rencontre, Lausanne

EKELÖF, O. 197o : Der Brutbestand des Säbelschnäblers an der Wattküste Schleswig-Holsteins im Jahre 1969
CORAX 3, 97-1oo

EMEIS, W. 193o : Zunahme des Säbelschnäblers *(Recurvirostra avosetta)* an den schleswig-holsteinischen Küsten
Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Vögel 6, 16-18

ERZ, W. 1979 : Katalog der Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland
Kilda Verlag, Greven

EVANS, R.M. 197o : Parental recognition and the 'mew-call' in Black-Billed Gulls
The AUK 87, 5o3-513

+ FABRICIUS, E.; BOYD, H. 1954 : Experiments on the following-reaction of ducklings
Rep. Wildfolw Trust 1952-1953, 84-89

FANTZ, R. 1957 : Form preferences in newly hatched chicks
Journal of Comparative and Physiological Psychology 5o, 422-43o

FRANZEN, H. 1974 : Chronik Oehe - Maasholm
Schleswig, pp 1o3-1o5

FRISCH, O.von 1959 : Zur Jugendentwicklung, Brutbiologie und vergleichender Ethologie der Limicolen
Zeitschrift für Tierpsychologie 16, 545-583

GLUTZ von BLOTZHEIM, U. 1977 : Handbuch der Vögel Mitteleuropas

Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden

GOETHE, F. 1937 : Beobachtungen und Untersuchungen an der Silbermöwe auf der Vogelinsel Memmertsand
Journal für Ornithologie 85, 1-119

GOODWIN, E.; HESS, E.H. 1969 : Innate visual form preferences in the pecking behaviour of young chicks
Behaviour 34, 223-237

GOTTLIEB, G. 1965 : Imprinting in relation to parental and species identification by avian neonates
Journal of Comparative and Physiological Psychology 59, 345-346

GOTTLIEB, G. 1966 : Species identification by avian neonates: contributory effect of perinatal auditory stimulation
Animal Behaviour 14, 282-29o

GRZIMEK, B. (Hrsg.) 1979 : Grzimeks Tierleben
Bd. 8 : Vögel 2
dtv, München

GUITON, P. 1959 : Socialisation and imprinting in Brown Leghorn chicks
Animal Behaviour 7, 26-34

HARRISON, C. 1975 : Jungvögel, Eier, Nester
P.Parey, Berlin, Hamburg

+ HEINROTH, O. 1911 : Beiträge zur Biologie, namentlich zur Ethologie und psychologie der Anatiden
Verhandlungen zum 5. Internationalen Ornithologischen Kongreß, 589-7o2

HEINROTH, O. 193o : Beobachtungen bei der Aufzucht von Purpurreiher, Löffler und Säbelschnäbler
7. Internationaler Kongreß für Ornithologie, 493-495

HEINROTH, O.; HEINROTH, M. 1967 : Die Vögel Mitteleuropas Bd. IV (Nachtrag), pp 5o-52
Deutsch Verlag, Frankfurt

HESS, E.H. 1959 : Two conditions limited critical age for imprinting
Journal of Comparative and Physiological Psychologie 52, 515-518

HESS, E.H. 1964 : Imprinting in birds
Science 146, 1128-1139

Hewlett-Packard 198o : HP - 41 C —— STAT PAC ——
HP 1ooo NE Circle Blud, Corralis, OR 9733; No. ooo41-9oo3o Rev. B 1/8o

Hewlett-Packard o.J. : HP 41 C — User's library solutions - Test statistics -
HP 1ooo NE Circle Blud, Corralis, OR 9733; No. ooo41-9oo82

HINDE, R.A. 1973 : Das Verhalten der Tiere
Bd II : Entwicklung des Verhaltens (Teil 3)
Wissenschaftliche Sonderausgabe, Suhrkamp, Frankfurt

HINDE, R.A.; THORPE, W.H.; VINCE, M.A. 1956 : The following response of young Coots and Moorhens
Behaviour 9, 214-242

HUTCHISON, R.E.; STEVENSON, J.G.; THORPE, W.H. 1968 : The basis for individual recognition by voices in the Sandwich-Tern
Behaviour 32, 15o-157

IMPEKOVEN, M. 1969 : Motivationally controlled stimulus preferences in chicks of Black-Headed Gulls
Animal Behaviour 17, 252- 27o

INGOLD, P. 1973 : Zur lautlichen Beziehung des Elter zu seinen Küken beim Tordalken
Behaviour 45, 154-19o

KEIL, H. 1957 : Seltene Pfleglinge: Säbelschnäbler
Die Gefiederte Welt 81, 42-44

KLOPFER, P.H. 1959 a : The development of sound-signal preferences in Ducks
The Wilson Bulletin 71, 262-266

+ KLOPFER, P.H. 1959 b : An analysis of learning in young Anatidae
Ecology 4o, 9o-1o1

KRANZ, M.; SCHWENNSEN, P.; TECH, H.J. 1975 : Geltinger Birk und Oehe- Schleimünde
Verlag Schleswiger Nachrichten, Schleswig

KRUIJT, J.P. 1964 : Ontogeny of social behaviour in Burmese Red Junglefowl
Behaviour, Suppl. XII 1964

+ LORENZ, K. 1932 : Beobachtungen über das Erkennen der arteigenen Triebhandlungen bei Vögeln
Journal für Ornithologie 8o, 5o-98

LORENZ, K. 1935 : Der Kumpan in der Umwelt der Vögel
Journal für Ornithologie 83, 137-213 und 289-413

MAKKING, G.F. 1936 : An attempt at an ethogramm in the European Avocet with ethological and psychological remarks
Ardea 25, 1-62

MILLER, D.E.; EMLEN, J.T.Jr. 1975 : Individual chick recognition and famely integrety in the Ring-Billed Gull
Behaviour 52, 124-144

+ MOLTZ, H. 196o : Imprinting: an epigenic approach
Psychological Review 7o, 123-138

MORONY, J.J.; BOCK, W.J.; FARRAND, J. 1975 : Reference list of the birds of the world
Department of Ornithology of the American Museum of Natural History, New Yorck

MOYNIHAN, M. 1962 : Hostile and sexual behavior pattern of South American and Pacific Laridae
Behaviour, Suppl. VIII 1962

PENNEY, R.L. 1962 : Voices of the Adélie
Natural History 71, 16-25

PETERS, H.; LÄNGE, H. 195o : Über das Verhalten der Silbermöwe zu ihrem Gelege
Zeitschrift für Tierpsychologie 7, 121-133

PORTER, R.H.; STETTNER, L.J. 1968 : Visual and auditory influences on following responses of Bobwhite Quail
Journal of Comparative and Physiological Psychology 66, 8o8-811

RAMSAY A.O. 1951 : Familial recognition in domestic birds
The AUK 68, 1-16

REINHARD, R. 1978 : mündliche Mitteilung

RITTINGHAUS, H. 1953 : Adoptionsversuche mit Sand- und Seeregenpfeifern
Journal für Ornithologie 94, 114-159

ROSSOW, K.H. 1981 : Die Vogelwelt des NSG Oehe-Schleimünde in den Brutperioden 1977 - 198o
Seevögel 2, 19-31

RUEMPLER, G.; RUEMPLER, C. 1973 : Zur künstlichen Erbrütung und Handaufzucht von Säbelschnäblern
Zeitschrift des Kölner Zoo 16, 31-33

SALZERT, W. o.J. : Das Brüten vom Säbelschnäbler im Zoo Rheine
unveröffentliches Manuskript

SCHNEIDER, U. 198o : persönliche Mitteilung

+ SCHNEIRLA, T.C. 1965 : Aspects of stimulation and organisation in approach/withdrawal processes underlying vertebrate behavioural development
in: LEHRMANN,D.S.;HINDE,R.A.;SHAW, E. 1965: Advances in the study of behaviour, Vol. I
Academic Press, New Yorck

+ SMITH, F.V. 1962 : Perceptual aspects of imprinting
Symposium of the zoological Societie London 8, 172-191

SMITH, F.V.; HOYES, P.A. 1961 : Properties of the visual stimuli for the approach response in the domestic chicks
Animal Behaviour 9, 159-166

+ SPALDING, D.A. 1873 : Instinct with original observations on young animals
Mc Millans Magazine 27, 282-293; wiederabgedruckt in: British Journal of Animal Behaviour 2, 2-11

STEVENSON; HUTCHISON; HUTCHISON; THORPE; BERTRAM 197o : Individual recognition by auditory cues in Common Terns
Nature 226, 562-563

THOMPSON, D.H.; EMLEN, J.T. 1968 : Parent-chick individual recognition in the Adélie-Penguin
Antarctic Journal of the USA, Washington; 3, 132

TINBERGEN, N. 1958 : Die Welt der Silbermöwe
Musterschmidt Verlag, Göttingen

TÖRNE, H. von 1938 : Allerlei aus der Brutperiode 1938 auf Schleimünde
Beiträge zur Fortpflanzungsbiologie der Vögel 15, 1o2-1o5

TSCHANZ, B. 1959 : Zur Brutbiologie der Trottellumme
Behaviour 14, 1-1oo

TSCHANZ, B. 1964 : Beobachtungen und Experimente zur Entwicklung der 'persönlichen' Beziehung zwischen Jungvogel und Eltern bei Trottellummen
Verhandlungen der Schweizer naturforschenden Gesellschaft 144, 211-216

TSCHANZ, B. 1969 : Trottellummen
Zeitschrift für Tierpsychologie 25, Suppl. 4 1969

VINCE, M.A. 1964 : Social facilisation of hatching in the Bobwhite Quail
Animal Behaviour 12, 531-534

VINCE, M.A. 1966 a : Potential stimulation produced by avian embryos
Animal Behaviour 14, 34-4o

VINCE, M.A. 1966 b : Artificial acceleration of hatching in Quail embryos
Animal Behaviour 14, 389-394

+ WALK, R.D.; GIBSON, E.J. 1961 : A comparative an analytical study of visual depth perception
Psychological Monographs 75, 44pp

WEBER, E. 198o : Grundriß der biologischen Statistik
G.Fischer Verlag Stuttgart/New Yorck; 8. Aufl.

WEHRLIN, J. 1977: Verhaltensanpassungen junger Trottellummen an Felsklippen- und Koloniebrüten
Zeitschrift für Tierpsychologie 44, 45-79

WEIDMANN, U. 1958 : Verhaltensstudie an der Stockente
II. Versuche zur Auslösung der Nachfolge- und Anschlußreaktion
Zeitschrift für Tierpsychologie 15, 277-3oo

Karl-Heinz ROSSOW

Kommandantenstr. 85
1000 Berlin 45

LEBENSLAUF

Name:	R O S S O W, Karl-Heinz François
Geb.datum:	12.04.1950
Geb.ort	Paris/Frankreich
Staatsang.:	deutsch
Fam.stand:	verh., ein Kind, zwei Pflegekinder
Schulbildung:	1971 Allgemeine Hochschulreife an der Lilienthal-Oberschule zu Berlin Steglitz
Berufsausbildung:	1971-1978 Studium der Biologie an der Freien Universität Berlin;
	1978 Diplomprüfung in Biologie
Berufl. Tätigkeiten:	
	Sommersemester 1978 studentischer Tutor am Zoologischen Institut der Freien Universität Berlin;
	Nov. 1980 - Nov. 1981 Zeitverträge als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Umweltbundesamt Berlin (halbtags);
	Jan. 1982 - März 1982 Zeitvertrag als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Umweltbundesamt Berlin
Veröffentlichungen:	
	Rossow, K.H. 1981: Die Vogelwelt des NSG Oehe-Schleimünde in den Brutperioden 1977-1980
	Die Seevögel 2, 19 - 31

Die Arbeit wurde von Dez. 1978 bis Nov. 1980 von der Graduiertenförderung unterstützt.